



TUGAS AKHIR - SB0141510

**PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING
WULUH (*Averrhoa bilimbi*) TERHADAP
MORTALITAS DAN PERKEMBANGAN LARVA
*Spodoptera litura***

**BINTANG WAHYU SYAH
NRP 1510 100 055**

**Dosen Pembimbing:
Kristanti Indah Purwani S.Si., M. Si**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



TUGAS AKHIR - SB0141510

**PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING
WULUH (*Averrhoa bilimbi*) TERHADAP
MORTALITAS DAN PERKEMBANGAN LARVA
*Spodoptera litura***

**BINTANG WAHYU SYAH
NRP 1510 100 055**

**Dosen Pembimbing:
Kristanti Indah Purwani S.Si., M. Si**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



THESIS - SB0141510

THE EFFECT OF CUCUMBER TREE (*Averrhoa bilimbi*) LEAF EXTRACT ON MORTALITY AND DEVELOPMENT OF *Spodoptera litura* LARVAE

BINTANG WAHYU SYAH
NRP 1510 100 055

Advisor Lecturer :
Kristanti Indah Purwani S.Si., M. Si

DEPARTMENT BIOLOGI
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS - SB0141510

THE EFFECT OF CUCUMBER TREE (*Averrhoa bilimbi*) LEAF EXTRACT ON MORTALITY AND DEVELOPMENT OF *Spodoptera litura* LARVAE

**BINTANG WAHYU SYAH
NRP 1510 100 055**

**Advisor Lecturer :
Kristanti Indah Purwani S.Si., M. Si**

**DEPARTMENT BIOLOGI
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) TERHADAP MORTALITAS DAN PERKEMBANGAN LARVA *Spodoptera litura*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada
Jurusan S-1 Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

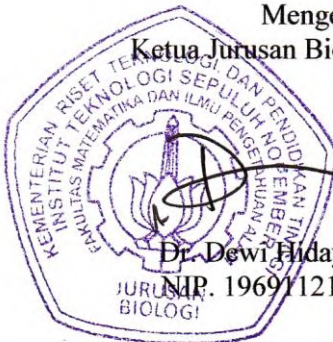
Oleh:
BINTANG WAHYU SYAH
NRP. 1510 100 055

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Kristanti Indah Purwani, S.Si., M.Si..... (Pembimbing 1)

Surabaya, 01 Agustus 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi FMIPA ITS



Dr. Dewi Hidayati, S.Si, M.Si
NRP. 19691121 199802 2 001

**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Bintang wahyu syah
Nrp. : 1510100055
Jurusan / Fak. : Biologi / FMIPA
Alamat kontak :
a. Email : wahyu.bintang10ss@gmail.com
b. Telp/HP : 08389999915

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demikian perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalti-Free Right)** kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :


Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi)
Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Spodoptera litura


Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya
Pada tanggal : 28 Juli 2016
Yang menyatakan,

Dosen Pembimbing 1


Kristanti Indah Perwani, S.Si, M.Si
NIP. 19730407 199802 2001


Bintang wahyu syah
Nrp. 1510100055

KETERANGAN :

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel forlisan

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.



PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH
(*Averrhoa bilimbi*) TERHADAP MORTALITAS DAN
PERKEMBANGAN LARVA *Spodoptera litura*

Nama Mahasiswa : Bintang Wahyu Syah
NRP : 1510 100 055
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing : Kristanti Indah Purwani, S.Si., M.Si

Abstrak

Belimbing wuluh merupakan tanaman yang mengandung senyawa metabolit sekunder, seperti tanin, saponin, flavonoid dan terpenoid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi) terhadap mortalitas dan perkembangan larva Spodoptera litura. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode maserasi. Parameter yang diamati adalah mortalitas, perkembangan pembentukan pupa, serta kandungan antifeedant. Konsentrasi ekstrak yang digunakan 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%. Larva uji yang digunakan sebanyak 20 ekor.

Hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi 50% telah dapat membunuh larva S. litura. Nilai LC_{50} hasil analisis probit sebesar 84% ($LC_{50-84,2\%}$). Ekstrak daun belimbing wuluh tidak berpengaruh terhadap perkembangan larva ditunjukkan dengan lama hidup stadia rata-rata 11-12 hari.

Kata kunci : Belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi), Ekstrak daun, LC_{50} , Spodoptera litura

THE EFFECT OF CUCUMBER TREE (*Averrhoa bilimbi*) LEAF
EXTRACT ON MORTALITY AND DEVELOPMENT OF
Spodoptera litura LARVAE

Name : Bintang Wahyu Syah
NRP : 1510 100 055
Department : Biologi
Advisor Lecturer : Kristanti Indah Purwani, S.Si., M.Si

Abstract

Cucumber tree is a plant that contains secondary metabolites, such as tannins, saponins, flavonoids and terpenoids. This study aimed to determine the effects of cucumber tree (*Averrhoa bilimbi*) leaf extract on mortality and development of *Spodoptera litura* larvae. The method used for this research is the method of maceration. Parameters measured were mortality, the development of the formation of the pupa, and the amount of *antifeedant*. The extract used 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% and 90%. Larvae tests used as many as 20 individuals.

The results showed a concentration of 50% has been able to kill the larvae of *S. litura*. LC_{50} values probit analysis results of 84% (LC_{50} -84,2%). Cucumber tree leaf extract has no effect on larval development of long-life stadia indicated by an average of 11-12 days.

Keywords: Cucumber tree (*Averrhoa bilimbi*), Leaf extract, LC_{50} , *Spodoptera litura*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan penelitian dan tugas akhir yang berjudul **Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura***. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 (S1) di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITS Surabaya.

Dalam melakukan penelitian maupun penyusunan tugas akhir tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Kristanti Indah Purwani, S.Si.,M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir, bapak Dr.rer.nat. Edwin Setiawan, S.Si, M.Si selaku dosen penguji I, ibu widadatul Muslihatin, S.Si, M.Si selaku dosen penguji II, ibu Nengah Dwianita Kuswitasari, S.Si, M.Si selaku dosen wali, ibu Dr.rer.nat. Maya Shovitri, M.Si selaku dosen yang selalu memberi kritikan membangun, Alm. H. Moekmein selaku kakek, ibu wahyuningsih selaku ibu kandung yang sekaligus berperan sebagai ayah, Pemerintah Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Ditjen Dikti) Kemendikbud yang telah memberikan beasiswa Bidikmisi, dan teman-teman Biologi FMIPA ITS angkatan 2010, 2011, 2012, 2013 serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat berarti bagi penulis dan semoga dapat bermanfaat untuk penulis maupun pembaca.

Surabaya, 18 Juli 2016

Bintang Wahyu Syah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)....	5
2.1.2 Morfologi Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)....	6
2.3.1 Kandungan Senyawa Kimia Daun Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>).....	7
2.2 Hama	7
2.3 <i>Spodoptera litura</i>	8
2.3.1 Klasifikasi <i>Spodoptera litura</i>	8
2.3.2 Daur Hidup dan Morfologi <i>Spodoptera litura</i>	9
2.3.3 Gejala Serangan <i>Spodoptera litura</i>	12
2.4 Biopestisida Nabati.....	13
2.5 Pengaruh Biopestisida Terhadap Larva.....	14
2.6 Mekanisme masuknya zat racun pada serangga	15

BAB III METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Metode yang Digunakan.....	19
3.2.1 Maserasi.....	19
3.2.2 Persiapan Larva <i>S. litura</i>	20
3.2.3 Metode Pengujian.....	20
3.2.4 Parameter Pengamatan	19
3.2.4.1 Parameter Mortalitas (LC ₅₀)	19
3.2.4.2 Parameter Perkembangan	21
3.2.4.3 Parameter <i>Antifeedant</i>	21
3.3 Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>) terhadap Mortalitas Larva <i>S.</i> <i>litura</i>	25
4.1.1 Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada Uji Pendahuluan	25
4.1.2 Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada Uji Lanjutan.....	27
4.2. Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (<i>A.</i> <i>bilimbi</i>) terhadap Perkembangan Larva <i>S. litura</i>	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Lama Hidup <i>Spodoptera litura</i>	12
Tabel 4.1	Persentase Mortalitas 24 jam Uji Pendahuluan.....	25
Tabel 4.2	Persentase Mortalitas 24 jam uji Lanjutan.....	28
Tabel 4.3	Persentase Aktivitas Makan 24 Jam.....	36
Tabel 4.4	Perkembangan Larva Menjadi Pupa Setelah Pemaparan.....	40
Tabel 4.5	Hasil Pengamatan Pembentukan Pupa.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Belimbing Wuluh	6
Gambar 2.2 Fase Metamorfosis <i>S. litura</i>	9
Gambar 4.1 Persentase Mortalitas Uji Pendahuluan (24 Jam)	26
Gambar 4.2 Persentase Mortalitas Uji Lanjutan (24 jam)	29
Gambar 4.3 Perbandingan Larva Kontrol dengan yang Mati setelah Pemaparan	30
Gambar 4.4 Perbandingan Pupa Kontrol dengan yang Mati setelah Pemaparan.....	43
.	

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Skema Kerja Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh	55
Lampiran 2 Skema Kerja Uji Lanjutan	56
Lampiran 3 Hasil Analisis Uji Pendahuluan.....	57
Lampiran 4 Hasil Uji ANOVA Mortalitas Uji Penduluan.....	58
Lampiran 5 Hasil Analisis Probit Uji Lanjutan.....	59
Lampiran 6 Hasil Uji Anova Mortalitas Uji Lanjutan.....	60
Lampiran 7 Hasil Uji Anova One Way % Aktivitas Makan Ulat Grayak.....	61
Lampiran 8 Berat Konsumsi Daun Sawi Oleh Ulat Grayak Rata-rata Tiap Ulangan.....	62
Lampiran 9 Perkembangan Larva Menjadi Pupa.....	63
Lampiran 10 Hasil Uji Kandungan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh.....	64

Lampiran 11	Dokumentasi mulai Persiapan sampai Pengamatan.....	65
-------------	--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan keanekaragaman tanaman terutama hasil pertanian dan rempah-rempah. Hal ini didukung oleh keadaan geografis Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan sering terjadi sepanjang tahun. Salah satu keanekaragaman hayati yang terdapat di Indonesia adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Belimbing wuluh tumbuh hampir di seluruh daerah, namun belum dibudidayakan secara khusus (Abdul, 2008).

Salah satu serangga yang dianggap sebagai hama budidaya yang cukup mempengaruhi budidaya yakni ulat grayak (*Spodoptera litura*). Hama ini merupakan salah satu jenis hama terpenting yang menyerang tanaman palawija dan sayuran di Indonesia. Ulat grayak sering mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen karena menyebabkan daun dan buah sayuran menjadi sobek, terpotong-potong dan berlubang. Bila tidak segera diatasi maka daun atau buah tanaman di areal pertanian akan habis (Samsudin, 2008). Serangan hama pengganggu tanaman yang tidak terkendali akan menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi para petani.

Pengendalian terhadap ulat grayak (*S. litura*) pada tingkat petani pada umumnya masih menggunakan insektisida atau pestisida yang berasal dari senyawa kimia sintesis yang dapat merusak organisme non target, resistensi hama, resurgensi hama dan menimbulkan efek residu pada tanaman dan lingkungan. Untuk meminimalkan penggunaan pestisida kimia perlu alternatif pengendalian pengganti yang efektif dan aman terhadap lingkungan.

Banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan pestisida kimia, mendorong dibuat kesepakatan internasional untuk memberlakukan pembatasan penggunaan bahan-bahan kimia pada proses produksi terutama pestisida

kimia sintetik dalam pengendalian hama dan penyakit di bidang pertanian, perkebunan dan kehutanan dan mulai mengalihkan kepada pemanfaatan jenis-jenis pestisida yang aman bagi lingkungan.

Kebijakan ditingkat internasional telah mendorong pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan nasional dalam perlindungan tanaman, untuk menggalakkan program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan mengutamakan pemanfaatan agens pengendalian hayati atau biopestisida termasuk pestisida nabati sebagai komponen utama dalam sistem PHT yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 1995. Karena pemanfaatan agens pengendalian hayati atau biopestisida dalam pengelolaan hama dan penyakit dapat memberikan hasil yang optimal dan relatif aman bagi makhluk hidup dan lingkungan.

Dalam era globalisasi, kebijakan menggalakkan program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) juga sebagai salah satu syarat untuk kualitas produk ekspor, sehingga meningkatkan daya saing produk Indonesia, baik di pasar lokal, regional maupun di pasar internasional.

Pada umumnya, pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Menurut FAO (1988) dan US EPA (2002), pestisida nabati dimasukkan ke dalam kelompok pestisida biokimia karena mengandung biotoksin. Pestisida biokimia adalah bahan yang terjadi secara alami dapat mengendalikan hama dengan mekanisme non toksik.

Penggunaan pestisida nabati yang berasal dari tumbuhan merupakan salah satu pestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Pestisida ini berbahan aktif tunggal atau majemuk dapat berfungsi sebagai penolak, anti fertilitas (pemandul), pembunuh dan bentuk lainnya. Di alam ini terdapat lebih dari 1.000 spesies tumbuhan yang mengandung insektisida, lebih dari 380 spp mengandung zat pencegah makan (antifeedant), lebih dari 270 spp mengandung zat penolak (repellent), lebih dari 35 spp

mengandung akarisida dan lebih dari 30 spp mengandung zat penghambat pertumbuhan (Susetyo dkk, 2008).

Beberapa jenis tumbuhan telah diketahui berpotensi sebagai pestisida nabati karena mengandung senyawa bioaktif antara lain alkanoid, alkenylfenol, flafonoid, saponin, tanin dan terpenoid. Beberapa tumbuhan diketahui dapat memberi efek mortalitas terhadap serangga, sehingga bagian dari tumbuhan tersebut dapat berguna sebagai alternatif pestisida nabati (Dalimartha, 1999).

Arland (2006) menyatakan bahwa daun belimbing wuluh (*A.bilimbi*) mengandung senyawa metabolit sekunder diantaranya senyawa tanin, selain itu daun belimbing wuluh juga mengandung sulfur, asam format. Fazarani (2009) menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh mengandung flavonoid, saponin dan tanin. Dalimarta (2008) menjelaskan bahwa di dalam daun belimbing wuluh selain tanin juga mengandung peroksidase, kalsium oksalat dan kalium sitrat.

Didalam penelitian ini akan dikaji lebih lanjut tentang pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) sebagai pestisida nabati terhadap mortalitas larva *S. litura* dengan menggunakan daun sawi (*Brassica rapa*) sebagai media pakan.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang dapat diajukan adalah :

1. Apakah ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) berpengaruh terhadap mortalitas dan perkembangan *S. litura*?
2. Berapakah konsentrasi efektif ekstrak daun belimbing wuluh (*A.bilimbi*) yang dapat mempengaruhi mortalitas dan perkembangan larva *S. litura*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada :

1. Daun yang digunakan sebagai ekstraksi adalah daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) yang di dapat di area kampus ITS Surabaya.
2. Hama uji yang digunakan ialah ulat grayak *S. litura* instar 3 yang di dapat dari Balitas Malang.
3. Perlakuan dan pengamatan dilakukan sampai tahap pembentukan pupa setiap 24 jam sekali.
4. Pakan yang digunakan adalah daun sawi (*B. rapa*) yang didapatkan dari hasil perkebunan *Urban farming* kampus ITS yang dibudidayakan secara organik.

1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini untuk :

1. Mengetahui pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *S. litura*.
2. Mengetahui berapa konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) yang dapat mempengaruhi mortalitas dan perkembangan larva *S. litura*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari kegiatan penelitian ini adalah menginformasikan kepada para petani tentang potensi ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pestisida kimia yang dapat langsung diaplikasikan di dunia pertanian sebagai insektisida larva *S. litura*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Tanaman di Indonesia banyak yang bisa memberi manfaat untuk kehidupan, salah satu diantaranya adalah belimbing wuluh. Belimbing wuluh merupakan salah satu spesies dalam famili *Averrhoa* yang tumbuh di daerah ketinggian hingga 500 m di atas permukaan laut dan dapat ditemui di tempat yang banyak terkena sinar matahari langsung tetapi cukup lembab. Pada umumnya belimbing wuluh ditanam dalam bentuk tanaman pekarangan yaitu diusahakan sebagai usaha sambilan atau tanaman peneduh di halaman rumah (Parikesit, 2011).

2.1.1 Klasifikasi belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Belimbing wuluh disebut *A. bilimbi*, yang termasuk dalam famili Oxalidaceae. Tanaman ini dikenal dengan nama daerah limeng, selemeng, beliembieng, blimbing buloh, limbi, libi, tukurela dan malibi (Dasuki, 1991). Nama asingnya bilimbi, cucumber tree dan kamias. Adapun, Klasifikasi ilmiah tanaman belimbing wuluh adalah :

Regnum	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Geraniales
Family	: Oxalidaceae
Genus	: <i>Averrhoa</i>
Species	: <i>Averrhoa bilimbi</i>



Gambar 2.1 Belimbing wuluh.

Keterangan gambar : (a) Bunga; (b) Daun; (c) Buah

Daun majemuk menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur sampai jorong, ujung runcing, pangkal membundar, tepi rata, panjang 2-10 cm, lebar 1-3 cm, warnanya hijau, permukaan bawah warnanya lebih muda (Wijayakusuma *dkk.*, 2006).

2.1.2 Morfologi belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Pohon yang berasal dari Amerika tropis ini dapat tempat tumbuh ditempat yang terkena cahaya matahari langsung dan cukup lembab. Pohonnya tergolong kecil, tinggi mencapai 10 m dengan batang tidak begitu besar, kasar berbenjol-benjol dan mempunyai garis tengah sekitar 30 cm. Percabangan sedikit, arahnya condong ke atas, cabang muda berambut halus seperti beludru berwarna cokelat muda. Bunga berupa malai, berkelompok, keluar dari batang atau cabang yang besar. Bunga kecil-kecil berbentuk bintang, warnanya ungu kemerahan. Buahnya berbentuk bulat lonjong bersegi, panjang 4-6,5 cm, warnanya hijau kekuningan, bila masak berair banyak dan rasanya masam. Bijinya berbentuk bulat telur (Wijayakusuma *dkk.*, 2006).

2.1.3 Kandungan senyawa kimia daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Daun belimbing wuluh mengandung tanin, sulfur, asam format dan peroksida (Wijayakusuma *dkk.*, 2006). Senyawa peroksida yang dapat berpengaruh terhadap antipiretik, peroksida merupakan senyawa pengoksidasi dan kerjanya tergantung pada kemampuan pelepasan oksigen aktif dan reaksi ini mampu membunuh banyak mikroorganisme (Soekardjo, 1995). Penelitian yang dilakukan oleh Lidyawati *dkk.* 2006, menunjukkan bahwa penapisan fitokimia menunjukkan bahwa simplisia dari ekstrak metanol daun belimbing wuluh mengandung flavonoid, saponin, tanin dan steroid/triterpenoid.

Pada sel daun terdapat cairan vakuola yang terdapat dalam vakuola terutama terdiri dari air, namun didalamnya dapat terlarut berbagai zat seperti gula, berbagai garam, protein, alkaloida, zat penyamak atau tanin dan zat warna. Jumlah tanin dapat berubah-ubah sesuai dengan musim serta pigmen dalam vakuola adalah flavonoid (Hidayat, 1995).

2.2 Hama

Hama memiliki artian luas yakni segala macam bentuk gangguan baik pada manusia, ternak dan tanaman. Sedangkan dalam artian sempit yang berhubungan dengan kegiatan budidaya atau pertanian, hama adalah semua jenis hewan yang merusak tanaman atau hasil dari tanaman tersebut dimana aktivitas hidupnya dapat menyebabkan serta menimbulkan kerugian secara ekonomis. Adanya suatu jenis hewan pada suatu tumbuhan atau tanaman sebelum menimbulkan kerugian secara ekonomis, maka dalam pengertian ini hewan tersebut masih belum dapat dikatakan sebagai hama karena belum mempengaruhi atau mengganggu keseimbangan ekonomis. Namun mereka dapat berpotensi sebagai hama, sehingga perlu dilakukan monitoring. Sebagian besar hewan yang berpotensi sebagai hama adalah sebagian besar dari kelompok insektisida atau serangga. Serangga mendominasi

dalam segi jumlah yang mendiami planet bumi ini yakni sekitar 55,56% dari total makhluk hidup (Dadang, 2006).

2.3 *Spodoptera litura*

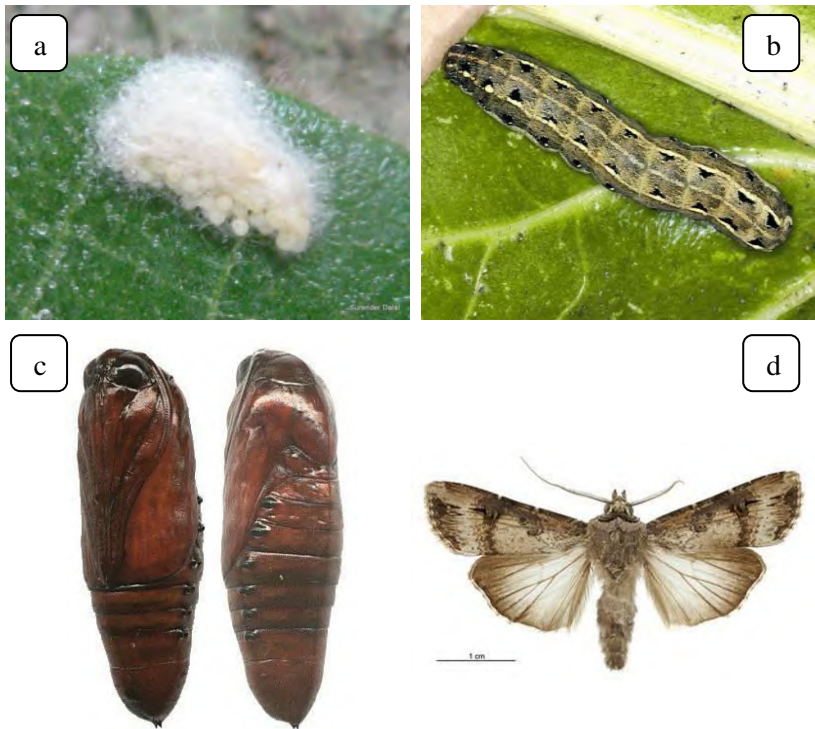
Hama *S. litura* merupakan hama yang bersifat polifag atau dengan kata lain memiliki banyak inang dari berbagai jenis tanaman hortikultura, tanaman pangan, tanaman industri sehingga agak sulit untuk dikendalikan (Arifin, 2012). Menurut Noma *et al.*, (2010) ditemukan lebih dari 210 spesies tanaman yang termasuk ke dalam inang dari *Spodoptera litura*. Beberapa spesies dari tanaman pangan yang diserang diantaranya adalah talas tomat, kacang tanah, kapas, yute, jagung, kedelai, padi, teh, tembakau, sayuran yang meliputi sawi, cabe, buncis, ubi kacang dan kentang (Eppo, 1990). Strategi untuk pengendalian hama yang efektif yakni dengan mempelajari karakteristik dari hama tersebut dengan seksama.

2.3.1 Klasifikasi *Spodoptera litura*

Klasifikasi dari *S. litura* yakni sebagai berikut menurut Noma *et al.* (2010):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Artropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Family	: Noctuidae
Genus	: Spodoptera
Species	: <i>Spodoptera litura</i>

Menurut Bedjo (2011) ulat grayak tersebar luas di kawasan Asia, Pasifik serta Australia. Sedangkan di Indonesia hama ini menyebar di Sumatra mencakup Sumatra selatan, Jambi dan Nangroe Aceh Darussalam. Selain itu ulat grayak juga menyebar di pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi, Maluku serta Papua.



Gambar 2.2 Fase Metamorfosis *S. litura*.

Keterangan gambar : (a) Telur; (b) Larva; (c) Pupa; (d) Imago

Setelah 3 hari, telur menetas menjadi larva. Ulat yang keluar dari telur berkelompok dipermukaan daun. Setelah beberapa hari, ulat mulai hidup berpencar. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 50 mm (Balitbang, 2006). Masa stadia larva berlangsung selama 15 – 30 hari (Rahayu *dkk.*, 2009).

2.3.2 Daur hidup dan morfologi *Spodoptera litura*

Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun (kadang-kadang tersusun dua lapis), berwarna coklat kekuningan, diletakkan berkelompok masing-masing 25-

500 butir. Telur diletakkan pada bagian daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi. Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina, berwarna kuning keemasan (Jauharlina, 1999). Diameter telur 0,3 mm sedangkan lama stadium telur berkisar antara 3-4 hari (Kalshoven, 1981).

Larva *S. litura* yang baru keluar memiliki panjang tubuh 2 mm. Ciri khas larva *S. litura* adalah terdapat 2 buah bintik hitam berbentuk bulan sabit pada tiap ruas abdomen terutama ruas ke-4 dan ke-10 yang dibatasi oleh garis-garis lateral dan dorsal berwarna kuning yang membujur sepanjang badan (Arifin, 1997). Lama stadium larva 18-33 hari (Kalshoven, 1981). Sebelum telur menetas, larva yang baru keluar dari telur tidak segera meninggalkan kelompoknya tetapi tetap berkelompok (Indrayani, et, al 1990). Pada stadium larva terdiri dari enam instar dan berlangsung selama 13-17 hari dengan rerata 14 hari.

Setelah menetas telur menjadi larva instar 1 berwarna hijau muda dengan kepala hitam. Pada bagian dorsal terdapat titik-titik hitam sepanjang abdomen. Panjang larva kurang dari 2 mm. Larva instar pertama tersebut hidup secara berkelompok pada permukaan bawah daun dan memakan mesofil daun. Beberapa hari kemudian, tergantung dari makanan yang tersedia, larva secara bersama mulai berpencar. Larva menyebar dengan menggunakan benang sutera yang dikeluarkan dari mulutnya. Pada saat proses pemencaran larva memasuki instar kedua. Lama instar 1 berkisar pada 2-4 hari (Kalshoven, 1981). Larva instar 2 berwarna hijau kekuningan dengan kepala berwarna kuning. Panjang larva 4 mm. Pada bagian dorsal tubuhnya terdapat 3 garis putih yang memanjang dari anterior hingga posterior. Pada posterior tubuhnya (berada dekat kepala) terdapat sepasang nokta merah besar dan dua pasang nokta hitam kecil pada kedua sisinya. Lama instar 2 berkisar antara 1-3 hari (Chalista, 2009).

Larva instar 3 berwarna hijau dan kepala coklat, panjang larva 10-15 mm. Nokta merah menjadi hitam dan 3 pasang nokta

tersebut bertambah besar, noktah-noktah berwarna hitam pada sisi samping abdomen mulai nampak. Tiga garis berwarna putih pada saat instar ke-2 berubah menjadi kekuning-kuningan, tubuh larva menjadi hijau gelap. Lama masa instar 3 berkisar antara 2-4 hari. Gejala serangan larva instar 3 yaitu daun tampak berlubang tanpa tertinggal jaringan epidermis (Chalista, 2009). Pada siang hari larva instar 3-5 bersembunyi di dalam tanah atau tempat-tempat yang lembab, kemudian menyerang tanaman pada malam hari atau disaat rendahnya intensitas cahaya matahari (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Larva instar 4 memiliki variasi tubuh yang terlihat nyata, warna dari tubuhnya keabu-abuan, garis berwarna kuning dan coklat. Larva instar 4 ini memiliki kisaran antara 1-4 hari. Larva instar 5 memiliki variasi yang terlihat lebih jelas, memiliki warna dasar tubuh abu-abu berseling putih, diantara garis pinggir dan tengah terdapat nokta-nokta hitam membentuk segitiga. Kepala berwarna coklat kehitaman, pada kedua sisi tubuh larva terdapat garis membujur berwarna kuning, panjang larva dapat mencapai 30-50 mm, lama masa instar 5 ini antara kisaran 2-3 hari. Stadium larva terdiri atas 5 instar yang berlangsung selama 20-26 hari. Saat memasuki masa instar terakhir larva tidak banyak makan serta sedikit bergerak, larva bergerak menjauhkan diri ke tanah. Setelah beberapa saat di tanah larva tersebut memasuki masa prepupa (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menjelang masa prepupa, larva membentuk jalinan benang untuk melindungi diri dari pada masa pupa. Masa prepupa merupakan stadium larva berhenti makan dan tidak aktif bergerak yang dicirikan dengan pemendekan tubuh larva. Panjang prepupa 1,4-1,9 cm dengan rerata 1,68 cm dan lebarnya 3,5-4 mm dengan rerata 3,7 mm. Masa prepupa berkisar antara 1-2 hari (Mardiningsih, 1993). Pupa *S. litura* berwarna merah gelap dengan panjang 15-20 mm dan bentuknya meruncing ke ujung dan tumpul pada bagian kepala (Mardiningsih dan Barriyah, 1995). Pupa terbentuk di dalam rongga-rongga tanah di dekat

permukaan tanah (Arifin, 1997). Masa pupa di dalam tanah berlangsung 12-16 hari (Indrayani *et al.*, 1990).

Imago (ngengat) muncul pada sore hari dan malam hari. Pada pagi hari, serangga jantan biasanya terbang di atas tanaman, sedangkan serangga betina diam pada tanaman sambil melepaskan feromon. Perkembangan dari telur sampai imago berlangsung selama \pm 35 hari. Faktor density dependent (bertautan padat) yaitu faktor penghambat laju populasi hama ini adalah sifatnya yang kanibal. Sedangkan populasi telur dan larva instar muda dapat tertekan oleh curah hujan yang tinggi, kelembaban yang tinggi yang mana membuat larva mudah terserang jamur. Musim kering dapat berpengaruh pada tanah dalam menghambat perkembangan pupa (Kalshoven, 1981).

Tabel 2.1 Lama hidup *Spodoptera litura* (Lumowa, 2011)

Fase Perkembangan	Lama Hidup (Hari)
Telur	3
Larva instar 1	2
Larva instar 2	3
Larva instar 3	4
Larva instar 4	5
Larva instar 5	5
Prepupa	2
Pupa	9
Imago	7
Lama Hidup	41

2.3.3 Gejala serangan *Spodoptera litura*

Larva yang masih muda merusak daun dengan meninggalkan epidermis bagian atas (transparan) serta meninggalkan tulang daun. Larva instar lanjut merusak tulang daun dan menyerang polong. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun dan menyerang secara serentak dan berkelompok. Serangan berat mengakibatkan tanaman gundul yang diakibatkan oleh daun dan buah yang dimakan habis oleh ulat. Serangan berat

pada umumnya terjadi di musim kemarau dan menyebabkan defoliiasi daun yang sangat berat (Marwoto *dkk.*, 2008). *S. litura* merupakan serangga hama yang menyerang tanaman pada bagian daun sehingga meninggalkan lubang (Sudarmono, 2000). Larva biasanya menyerang tanaman kacang-kacangan, kubis, sawi, padi, kentang, cabai, bawang merah serta tanaman lainnya (Marwoto *dkk.*, 2008).

2.4 Biopestisida Nabati

Biopestisida merupakan pestisida yang tersusun atas bahan alami atau berasal dari makhluk hidup. Biopestisida dapat dibedakan menjadi dua yakni pestisida hayati dan pestisida nabati. Pestisida hayati merupakan formulasi yang mengandung mikroba tertentu baik jamur, bakteri ataupun virus yang memiliki sifat antagonis terhadap mikroba lainnya yang merugikan atau penyebab penyakit dari senyawa tertentu yang dihasilkan dan bersifat racun baik bagi serangga atau nematode. Sedangkan pestisida nabati adalah hasil ekstraksi dari bagian tertentu dari tanaman baik daun, buah, biji, batang, atau akar yang memiliki senyawa atau metabolit sekunder yang bersifat racun bagi hama. Pestisida nabati pada umumnya digunakan untuk pengendalian hama (bersifat insektisidal) (Djunaedy, 2009).

Penggunaan ekstrak tumbuhan sebagai salah satu sumber insektisida nabati didasarkan atas pemikiran bahwa terdapat mekanisme pertahanan dari tumbuhan akibat interaksinya dengan serangga pemakan tumbuhan, salah satunya adalah adanya senyawa metabolik sekunder dari tumbuhan yang bersifat sebagai penolak (*repellent*), penghambat makan (*antifeedant/ feeding deterrent*), penghambat perkembangan (*Insect Growth Regulator/ IGR*), dan penolak peneluran (*oviposition repellent/ deterrent*), dan sebagai bahan kimia yang mematikan serangga dengan cepat. Penelitian yang dilakukan oleh Hasnah (2013), menggunakan ekstrak daun pare (*M. charantia*) dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dimana aplikasi ekstrak daun *M.*

charantia pada berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap persentase penghambatan makan.

Menurut Asikin (2005) meskipun tingkat keefektifan senyawa kimia nabati masih di bawah senyawa kimia sintetis, tetapi senyawa tersebut mempunyai kelebihan tidak menimbulkan dampak negatif yang berupa residu yang dapat membahayakan lingkungan serta manusia. Insektisida nabati kembali mendapat perhatian menggantikan insektisida kimia sintetis karena relatif aman, murah, mudah aplikasinya di tingkat petani, selektif, tidak mencemari lingkungan, dan residunya relatif pendek (Herminanto, 2004).

2.5 Pengaruh Biopestisida terhadap Larva

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Utami (2010), menggunakan ekstrak tanaman bintaro dengan konsentrasi 0,125%, 0,25%, 0,5%, 1% dan kontrol dengan pelarut metanol ditambah pengemulsi (Latron 77 0,1%) dengan perbandingan 1 : 1, ciri larva yang terkena biopestisida dari tanaman bintaro yakni ditandai dengan mengerasnya tubuh dan berwarna hitam. Sedangkan ciri pada larva yang belum mati adalah ditandai dengan pergerakan yang lamban dan tidak sensitif terhadap sentuhan. Gejala keracunan yang teramati pada larva adalah gerakan larva menjadi lambat, tubuh mengkerut dan warna menjadi hitam dan pada akhirnya mati. Gejala atau ciri ini diketahui akibat dari aktifitas makan (Effendi, 2009).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sa'diyah (2013), *Spodoptera litura* diberi pakan daun cabai rawit yang sudah dicelupkan ke dalam ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*). Kemudian diamati perkembangan *S. litura* selama 20 hari. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak daun *C. odollam* dengan konsentrasi 2% di hari kedelapan pengamatan dapat menurunkan berat tubuh *S. litura*. Konsentrasi 2% dari ekstrak daun *C. odollam* juga menghambat proses ecdisis pada instar 2 sampai instar 3 dan dapat menghambat pembentukan pupa.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muta'ali (2015), *Spodoptera litura* diberi pakan daun kailan yang sudah dicelupkan ke dalam ekstrak daun beluntas (*Plucea indica*). Berdasarkan hasil uji mortalitas 24 jam terlihat antara konsentrasi 10% - 20% dan 30% - 70% tidak ada beda nyata, sehingga pada konsentrasi ini pengaruh ekstrak antar konsentrasi tidak berpengaruh nyata atau signifikan, sedangkan pengaruh nyata baru terlihat diantara kontrol dengan konsentrasi 80%-90% saja. Sehingga pada konsentrasi 80% dan 90% yang memiliki pengaruh paling tinggi terhadap mortalitas, sehingga pada konsentrasi tersebut menjadi satu kelompok yang paling mempengaruhi pada pola mortalitas larva *S. litura*, karena dapat membunuh hampir dari jumlah total larva uji. Berdasarkan hasil screening fitokimia ekstrak daun beluntas didapatkan hasil senyawa yang dominan ialah tanin sebesar 2,02%, alkaloid sebesar 3,18%, flavonoid sebesar 1,09% dan saponin sebesar 3,06% serta minyak atsiri sebesar 0,38%. Senyawa toksik tersebut masuk kedalam tubuh larva diduga melaui dua cara yaitu kontak fisik antara tubuh larva dengan senyawa toksik yang menempel pada pakan dan masuk melalui saluran pernafasan.

2.6 Mekanisme Masuknya Zat Racun pada Serangga

Bioinsektisida merupakan racun bagi serangga yang dapat mengakibatkan keracunan bagi serangga, zat racun dari senyawa yang menyusun bioinsektisida dapat masuk dan kemudian meracuni serangga dengan beberapa mekanisme antara lain sebagai berikut:

1. Melalui dinding tubuh

Bagian tubuh dari serangga yang mampu menyerap insektisida yang cukup besar adalah dinding tubuh serangga. Dinding tubuh atau integumen terdiri dari atau lapisan sel epidermis yang dapat menghasilkan lapisan luar yang keras, sebagian besar lapisan luar ini terdiri dari kutikula dan beberapa zat kimia lainnya. Lapisan luar dinding tubuh serangga adalah lapisan yang berupa lipid dan polifenol, epidermis dan lapisan

membran dasar yang bersifat semi permeabel yang memiliki kemampuan untuk memilih jenis senyawa yang masuk dan melewatinya (Sastrodiharjo, 1984). Pada umumnya larva serangga paling peka terhadap kontak sesaat setelah ganti kulit dan ketahanannya meningkat seiring dengan bertambahnya umur serangga tersebut, tapi kemudian menurun lagi saat akan berganti kulit. Laju penetrasi insektisida pada suatu bagian kutikula bergantung pada struktur dan ketebalan kutikula pada bagian tersebut. Insektisida pada umumnya memasuki tubuh serangga melalui bagian yang dilapisi oleh kutikula yang tipis, contohnya seperti selaput antar ruas, selaput persendian pada pangkal embelan dan kemoreseptor pada tarsus (Matsumura, 1985).

2. Saluran pernafasan

Serangga tidak bernafas dengan paru-paru melainkan dengan sistem pernafasan tabung yang berupa trakea yang berbeda dengan hewan menyusui, amphibi, unggas ataupun reptil. Trakea ini memiliki muara pada dinding tubuh yang di sebut dengan stigma. Trakea selalu terbuka dan didalamnya terdapat cincin spiral yang juga tersusun dari kitin. Trakea bercabang-cabang kecil, cabang kecil tersebut di sebut dengan trakeola dan dapat mencapai jaringan tubuh serangga. Udara dan oksigen memasuki trakea secara difusi dibantu oleh pergerakan abdomen. Oksigen akan langsung berhubungan dengan jaringan, insektisida dapat memasuki sistem pernafasan dalam bentuk gas ataupun dalam bentuk butiran-butiran yang terbawa ke dalam jaringan-jaringan hidup (Sastrodiharjo, 1984).

3. Saluran pencernaan

Insektisida yang bekerja sebagai racun perut membunuh serangga sasaran jika serangga tersebut memakan insektisida tersebut dan masuk ke dalam organ pencernaan serangga. Selanjutnya insektisida tersebut diserap oleh dinding saluran pencernaan makanan kemudian dibawa oleh hemolimfe ke bagian tempat kerja insektisida tersebut. Oleh karena itu serangga harus memakan bagian tanaman yang sudah disemprot dengan insektisida dalam jumlah yang cukup untuk membunuhnya

(Djojsumarto, 2008). Perubahan kepekatan ulat terhadap insektisida racun perut dapat disebabkan oleh peningkatan ketahanan dinding saluran pencernaan terhadap penetrasi insektisida, peningkatan kadar dan aktivitas enzim-enzim yang dapat menguraikan insektisida, serta peningkatan ketahanan bagian sasaran terhadap insektisida tersebut (Matsumura, 1985).

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan April 2016 di laboratorium Botani jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, proses ekstraksi dilakukan di laboratorium Unit Layanan Pengujian Fakultas Farmasi kampus B Universitas Airlangga (UA) Surabaya.

3.2 Metode yang Digunakan

3.2.1 Maserasi

Ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) dibuat dengan menggunakan metode maserasi atau perendaman dengan beberapa modifikasi. Langkah awal yang dilakukan dimulai dengan mengambil daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) di area kampus ITS, kemudian dibersihkan dengan aquades dan dikering-anginkan tanpa terpapar oleh sinar matahari secara langsung. Setelah kering, daun dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan mesin penghalus (blender). Dari hasil penghalusan kemudian dikeringkan dalam suhu ruang, setelah kering kemudian di timbang beratnya. Kemudian hasil pemblenderan di maserasi dalam etanol 96% dengan perbandingan 1:5 (10 gram serbuk dengan 50 ml etanol) (Zuhrotun *et al*, 2010). Perendaman atau proses maserasi dilakukan pada suhu kamar hingga 72 jam. Proses perendaman bertujuan untuk meluruhkan seluruh kandungan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam daun tersebut agar dapat tertarik keluar. Proses maserasi menggunakan konsep senyawa polar menarik senyawa polar dan sebaliknya, serta senyawa organik menarik senyawa organik dan sebaliknya (Lechninger, 1982). Setelah 72 jam, hasil maserasi di saring dengan menggunakan corong buchner yang di alasi dengan kertas saring, kemudian hasil ekstraksi diuap dengan

menggunakan *Rotary evaporator* sampai dihasilkan ekstrak murni daun belimbing wuluh tersebut disimpan di lemari pendingin sampai digunakan untuk proses pengujian.

3.2.2 Persiapan Larva *S. litura*

Larva *S. litura* diperoleh dari Balitas Malang dan dimasukkan ke dalam toples, lalu toples di tutup dengan kain tipis kemudian diikat dengan menggunakan karet. Larva tersebut dipelihara hingga berubah menjadi larva instar III, makanan yang diberikan untuk pemeliharaan larva ini adalah daun sawi (*Brasica rapa*) segar yang diganti setiap hari serta kotorannya dibersihkan dengan kuas sampai memasuki instar III yang siap untuk digunakan sebagai larva uji (Tennyson, 2013). Dalam Arifin (1990) menyebutkan bahwa instar III-IV merupakan fase yang paling banyak menyerang dimana larva ini dapat memakan seluruh daun hingga ketulang-tulang daun sehingga sangat mengganggu pertumbuhan tanaman yang diserang. Dengan adanya hal tersebut maka digunakan larva instar III.

3.2.3 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan melalui dua tahapan, yaitu uji pendahuluan dan uji lanjutan. Uji pendahuluan adalah tahapan pertama yang bertujuan untuk melihat pada konsentrasi berapa saja pengaruh ekstrak optimal untuk membunuh larva *S. litura* dan mencari rentang konsentrasi yang akan digunakan pada uji lanjutan. Konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah 1% - 9% dan kontrol dengan tiga kali pengulangan. Uji pendahuluan dilakukan selama 24 jam. Setelah ditemukan rentang konsentrasi yang optimal, kemudian dilanjutkan dengan uji lanjutan yang bertujuan untuk menentukan nilai mortalitas (LC_{50}), *antifeedant* (nafsu makan) dan perkembangan (instar 3 sampai pupa) larva *S. litura*.

Pada penelitian ini terdapat dua perlakuan, yaitu pertama khusus untuk pengamatan mortalitas (LC_{50}) dan perlakuan kedua untuk pengamatan *antifeedant* (nafsu makan) dan perkembangan

(instar 3 sampai menjadi pupa). Pengujian (uji pendahuluan ataupun uji lanjutan) dilakukan dengan metode pencelupan daun (*leaf dipping methods*) (Balfas *et al*, 2009). Larva *S.litura* yang telah mencapai instar III disiapkan dan diletakkan dalam botol uji (Arifin, 1997). Daun sawi ditimbangkan beratnya 3 gram. Setelah itu, daun sawi direndam dalam masing-masing konsentrasi ekstrak selama ± 10 detik dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Selanjutnya daun sawi dimasukkan ke dalam botol uji sebagai pakan ulat *S.litura*. Setiap perlakuan digunakan sebanyak 20 ekor larva *S.litura* dengan pengulangan tiga kali untuk tiap konsentrasi dan 1 kontrol. Setiap 24 jam daun sawi diganti dengan yang baru dan dibersihkan kotoran dalam toples setiap hari dengan menggunakan kuas. Pengamatan dilakukan pada waktu yang sama setiap harinya hingga mencapai masa pupa.

3.2.4 Parameter pengamatan

Parameter yang diamati adalah mortalitas (LC_{50}), *antifeedant* (nafsu makan), dan perkembangan (instar 3 sampai menjadi pupa) dari *S.litura*.

3.2.4.1 Parameter Mortalitas (LC_{50})

Pengamatan untuk parameter ini dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang mati 1 hari setelah aplikasi. Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus menurut Alouani *et al.*, (2009) dalam Hasnah *et al.*, 2013 yaitu :

$$Po = \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

Po = Mortalitas larva
r = Jumlah larva yang mati
n = Jumlah larva seluruhnya

Apabila dalam kontrol terjadi kematian larva diantara 5 - 20%, maka perlu dilakukan koreksi menurut formula Abbot seperti ini:

$$A1 = \frac{(A-C)}{(100-C)} \times 100\%$$

Keterangan :

A1 = Angka kematian setelah di koreksi

A = Angka kematian pada perlakuan

C = Angka kematian pada kontrol

(Abbot dalam Hasnah *et al.*, 2013).

3.2.4.2 Parameter Perkembangan

Parameter perkembangan yaitu pengamatan larva ulat grayak instar III yang masih hidup sampai menjadi pupa. Pengamatan ini diamati untuk mengetahui dampak lanjutan dari perlakuan yang digunakan. Perkembangan larva menjadi pupa kurang lebih membutuhkan waktu 20 hari (Sa'diyah *et al.*, 2013). Jika dalam kurun waktu tersebut larva tidak membentuk pupa maka dapat dikatakan ekstrak daun belimbing wuluh tersebut berhasil dan jika tidak maka ekstrak tersebut kurang efektif. Persentase keberhasilan pembentukan pupa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase pembentukan pupa (\%)} = \frac{\Sigma \text{pupa yang terbentuk}}{\Sigma \text{larva hidup}} \times 100\%$$

(Utami, 2010)

3.2.4.3 Parameter Antifeedant

Pengujian *antifeedant* memiliki tujuan untuk melihat kandungan senyawa antifeedant dari daun belimbing wuluh terhadap larva *S. litura* yang dilakukan dengan metode residu

pada daun. Aktivitas *antifeedant* suatu ekstrak tanaman di nilai dengan berdasarkan indeks *antifeedant*. Dimana semakin tinggi suatu kandungan *antifeedant* menyebabkan penurunan terhadap aktivitas makan larva uji. Pada penelitian sebelumnya sempat disebutkan bahwa aktivitas *antifeedant* dari masing-masing ekstrak tanaman bervariasi tergantung pada jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi (Tennyson, 2013).

Pengujian *antifeedant* sejalan dengan uji pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (*A. bilimbi*) yakni daun perlakuan pada hari pertama. Daun sawi segar dipotong dan di timbang kemudian dicelupkan kedalam ekstrak daun belimbing wuluh dalam berbagai konsentrasi yang sudah disiapkan sesuai dengan yang dibutuhkan hingga basah merata, lalu dikeringkan dengan berat daun 3 gram yang digunakan sebagai makanan larva. Pengaruh penghambatan *antifeedant* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianingsih, 1998) :

$$P = \frac{T}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Persentase *antifeedant*
 T = Berat daun yang dimakan pada perlakuan
 C = Berat daun yang dimakan pada kontrol

3.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

1. Parameter Mortalitas (LC_{50})
 - H_0 : ekstrak daun belimbing wuluh tidak berpengaruh terhadap nilai mortalitas (LC_{50}) larva *S. litura*.
 - H_1 : ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap nilai mortalitas (LC_{50}) larva *S. litura*.
2. Parameter *Antifeedant*

- H_0 : ekstrak daun belimbing wuluh tidak berpengaruh terhadap nilai *antifeedant* larva *S. litura*.
- H_1 : ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap nilai *antifeedant* larva *S. litura*.

Adapun analisis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Analisis Probit

Analisis probit digunakan untuk menguji toksisitas senyawa pada daun belimbing wuluh terhadap larva *S. litura*. Analisis ini berfungsi untuk mengetahui LC_{50} efek perlakuan terhadap mortalitas ulat selama 24 jam.

b. Anova one way

Anova one way digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada parameter yang diamati, yaitu mortalitas dan *antifeedant* larva *S. litura* dengan taraf kepercayaan 95%.

c. Tukey

Uji tukey digunakan untuk membandingkan perlakuan yang paling efektif antara tiap-tiap perlakuan.

(Utami, 2013)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap Mortalitas Larva *S. litura*

4.1.1 Mortalitas larva *S. litura* pada uji pendahuluan

Pengamatan mortalitas pada perlakuan uji pendahuluan dilakukan selama 24 jam. Selanjutnya data mortalitas 24 jam dilakukan perhitungan persen mortalitas dari uji analisis probit untuk mengetahui LC_{50} .

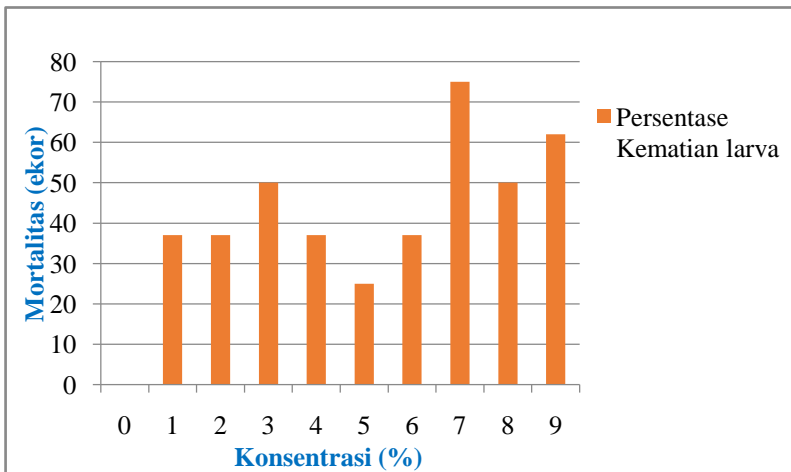
Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengamatan mortalitas larva instar 3 ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada uji pendahuluan selama 24 jam.

Tabel 4.1 Persentase mortalitas 24 jam uji pendahuluan

Konsentrasi (%)	Jumlah larva (ekor)	Jumlah larva mati	Mortalitas (%)	Koreksi abbot (%)
0	10	2	20	0 ^a
1	10	5	50	37 ^{ab}
2	10	5	50	37 ^{ab}
3	10	6	60	50 ^b
4	10	5	50	37 ^{bc}
5	10	4	40	25 ^c
6	10	5	50	37 ^c
7	10	8	80	75 ^c
8	10	6	60	50 ^d
9	10	7	70	62 ^d

Keterangan :huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji Tukey dengan tingkat kepercayaan (95%)

Dari hasil mortalitas hasil koreksi Abbot (Tabel 4.1), diketahui konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8% dan 9% masing-masing menunjukkan persen mortalitas menurut koreksi Abbot adalah 0%, 37%, 37%, 50%, 37%, 25%, 37%, 75%, 50% dan 62%. Koreksi Abbot ini menunjukkan bahwa perlakuan dalam penelitian ini berjalan dengan baik menurut koreksi Abbot. Apabila hasil koreksi Abbot menunjukkan persen mortalitas lebih dari 20%, maka berarti perlakuan dalam penelitian ini berjalan kurang baik karena ada faktor lain yang mempengaruhi mortalitas, misalnya faktor lingkungan.



Gambar 4.1 Persentase mortalitas uji pendahuluan (24 jam).

Dari hasil persentase mortalitas uji pendahuluan, selanjutnya dilakukan analisis probit untuk mengetahui konsentrasi spesifik yang mampu membunuh larva sebesar 50% (LC_{50}). Berdasarkan hasil analisis probit, diketahui nilai LC_{50} terdapat pada konsentrasi 3,17% (lihat lampiran 3.). Penentuan konsentrasi uji lanjutan diambil range konsentrasi $\leq 10\%$ dengan nilai kenaikan 10. Hal ini dikarenakan konsentrasi ekstrak 3,17% masih kurang efektif untuk membunuh 50% ulat grayak dari total

populasi sebanyak 10 ekor sehingga konsentrasi ekstrak perlu dinaikkan.

4.1.2 Mortalitas larva *S. litura* pada uji lanjutan

Konsentrasi ekstrak yang digunakan pada uji lanjutan adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 90% dengan 3 kali ulangan. Pengamatan mortalitas pada perlakuan uji lanjutan dilakukan selama 24 jam, selanjutnya dilakukan perhitungan persen mortalitas, kemudian uji analisis probit untuk mengetahui LC_{50} uji ANOVA untuk mengetahui apakah ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap mortalitas larva *S. litura*, dan uji Tukey untuk membandingkan perlakuan yang paling efektif antara tiap-tiap perlakuan.

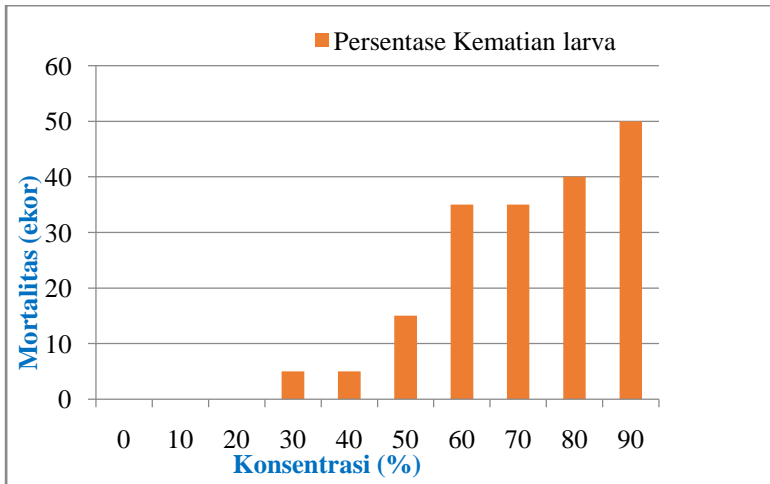
Pada hasil uji lanjutandidapatkan persentase kematian larva *S. litura* sebesar 0-50% dengan jumlah kematian pada masing-masing perlakuan adalah 0, 0, 1, 1, 3, 7, 7, 8 dan 10 ekor (Tabel 4.2).Sedangkan pada perlakuan kontrol terjadi kematian larva *S. litura* sebesar 0% sehingga tidak perlu dilakukan koreksi abbot.Menurut teori, apabila terjadi kematian pada kontrol dengan persen mortalitas antara 5-20% maka persen mortalitas harus dilakukan koreksi Abbot (Abbot, 1925 *dalam* Hasanah *et al.*, 2013).

Tabel 4.2 Persentase mortalitas 24 jam uji lanjutan

Konsentrasi (%)	Jumlah larva (ekor)	Jumlah larva mati	Mortalitas (%)
0	20	0	0 ^a
10	20	0	0 ^a
20	20	0	0 ^a
30	20	1	5 ^{ab}
40	20	1	5 ^{ab}
50	20	3	15 ^b
60	20	7	35 ^{bc}
70	20	7	35 ^{bc}
80	20	8	40 ^c
90	20	10	50 ^d

Keterangan :huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji Tukey dengan tingkat kepercayaan (95%)

Berdasarkan hasil uji Tukey (Tabel 4.2), ekstrak dengan konsentrasi 0-40% mortalitas larva *S. litura* tidak terjadi beda nyata dengan kontrol, sedangkan pada ekstrak dengan konsentrasi 50-90% mortalitas larva *S. litura* berbeda nyata dengan kontrol, yang berarti pada konsentrasi 50% telah dapat mempengaruhi mortalitas larva *S. litura*. Konsentrasi 50-70% menyebabkan mortalitas larva *S. litura* lebih rendah dibandingkan konsentrasi 80%, sedangkan konsentrasi 80% menyebabkan mortalitas larva *S. litura* lebih rendah dibandingkan konsentrasi 90%. Pada konsentrasi 50% telah dapat membunuh larva *S. litura*, namun pada konsentrasi 90% baru dapat menyebabkan kematian larva *S. litura* sebanyak 50% dari total populasi. Hal ini dikarenakan jumlah toksik yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing wuluh terbilang relatif sedikit, sehingga mortalitas larva *S. litura* baru mengalami kematian jika diberi konsentrasi diatas 50%.



Gambar 4.2 Persentase mortalitas uji lanjutan (24 jam).

Dari hasil tersebut selanjutnya dilakukan analisis probit untuk mengetahui toksisitas senyawa pada ekstrak daun belimbing wuluh terhadap ulat grayak. Analisis ini berfungsi untuk mengetahui konsentrasi spesifik yang mampu membunuh larva sebesar 50% (LC_{50}).

Berdasarkan hasil analisis probit, *Letal Concentration 50* (LC_{50}) terdapat pada konsentrasi 84,2% yang menunjukkan bahwa dengan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh sebesar 84,2% (lihat lampiran 5.) dapat membunuh 50% larva *S. litura* dari populasi sebanyak 20 ekor. Artinya, dengan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh sebesar 84,2% dapat membunuh 50% larva *S. litura* dari populasi sebanyak 20 ekor. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh berfungsi sebagai toksik pada larva *S. litura* instar 3 dalam perlakuan selama 24 jam. Hal ini juga membuktikan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh berpotensi sebagai pestisida nabati atau biopestisida, yaitu terdapat pada konsentrasi 84%.

Dari hasil uji ANOVA (lihat lampiran 6.), menunjukkan taraf signifikan $0,00 < 0,05$ yang berarti $P_{\text{value}} < \alpha$, maka

berdasarkan hipotesis H_0 ditolak. Hal ini berarti ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap mortalitas larva *S. litura*. Setelah diketahui bahwa ekstrak berpengaruh, selanjutnya dilakukan uji Tukey untuk membandingkan perlakuan yang paling efektif antara tiap-tiap perlakuan.



Gambar 4.3 Perbandingan larva kontrol dengan yang mati setelah pemaparan (Dokumentasi pribadi).

Keterangan gambar : (a) larva kontrol, (b) larva mati pada konsentrasi 60%, (c) larva mati pada konsentrasi 70%, (d) dinding tubuh larva rusak atau mengkerut

Pada penelitian ini yang terjadi adalah larva mengalami kematian setelah 24 jam pemaparan ekstrak daun belimbing wuluh yang mempunyai ciri-ciri tubuh larva mengeras, berwarna coklat sampai kehitaman (Gambar 4.3b), tubuh memanjang dan lentur (Gambar 4.3c), serta dinding tubuh larva rusak atau mengkerut (Gambar 4.3d). Menurut Makal (2011), larva-larva yang mati pada tubuhnya terjadi perubahan warna dimana pada

bagian dorsal berwarna kuning, pucat dan bagian ventral berwarna coklat muda dan lama-kelamaan di seluruh tubuh terjadi pengerasan, berubah warna menjadi coklat kehitaman.

Kematian larva ini diduga disebabkan oleh metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing wuluh yang bersifat toksik. Mortalitas larva *S. litura* terjadi karena metabolit sekunder yang terkandung didalam ekstrak daun belimbing wuluh yang telah di uji (lihat Lampiran 10). Daun belimbing wuluh memiliki kandungan metabolit sekunder antara lain yaitu 4,11% tanin, 3,61% saponin, 1,76% flavonoid dan 2,01% terpenoid (BPKI, 2015). Senyawa zat toksik yang terkandung dalam daun belimbing wuluh masuk dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya (Yunita dkk, 2009). Menurut Sastrodiharjo dalam Yunita dkk (2009), dinding tubuh serangga merupakan bagian tubuh yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar.

Mekanisme kerja pestisida nabati dari ekstrak daun belimbing wuluh dalam membunuh larva yaitu zat toksik masuk melalui kontak dengan kulit. Kemudian diaplikasikan langsung menembus integumen serangga (kutikula), trakea atau kelenjar sensoris dan organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Bahan kimia yang terkandung dalam pestisida nabati melarutkan lemak atau lapisan lilin pada kutikula sehingga menyebabkan bahan aktif yang terkandung dalam pestisida nabati tersebut dapat menembus tubuh serangga (Pradani dkk., 2011). Racun kontak dapat dilihat di Gambar 4.3d yang menunjukkan dinding tubuh larva rusak atau mengerut. Menurut Darmanto (2007), dinding tubuh merupakan bagian tubuh serangga yang dapat menyerap senyawa bioaktif yang terkandung dalam bioinsektisida dalam jumlah besar. Dinding tubuh (integumen) serangga terdiri dari satu lapis sel epidermis yang dapat menghasilkan lapisan luar yang keras. Sebagian besar lapisan luar ini terdiri dari kutikula dan beberapa zat kimia lainnya. Lapisan terluar dinding tubuh serangga adalah lapisan lipid polifenol. Kemudian lapisan

epikutila merupakan lapisan gelap, keras, kering dan kaku namun larut dalam air. Setelah itu terdapat lapisan epidermis dan lapisan membran dasar yang bersifat semipermeabel dan dapat memilih jenis senyawa yang dapat melewatinya. Ketika larva mengalami kontak dengan ekstrak akan menyebabkan senyawa alkaloid masuk melalui kulit dan mulut larva. Cara kerja alkaloid adalah mendegradasi membran sel untuk masuk ke dalam dan merusak sel dengan adanya perubahan warna pada kutikula. Membran sel larva terdiri dari dua lapisan fosfolipid yang tersisipi dengan protein dan kolesterol. Fosfolipid memiliki bagian kepala yang hidrofilik menghadap ke arah luar, sehingga alkaloid yang dapat larut dalam air dapat menembus membran sel. Protein yang terbenam dalam membran sel berfungsi mengangkut molekul besar yang larut dalam air, seperti alkaloid. Alkaloid juga dapat mengganggu sistem kerja saraf larva dengan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase, dimana enzim ini berperan dalam transmisi impuls saraf. Alkaloid akan meningkatkan asetilkolin dan menghambat enzim asetilkolinesterase untuk memecah asetilkolin. Asetilkolin berfungsi memberikan sifat permeabilitas pada membran postsinaptik yang menyebabkan perpindahan ion Na^+ sehingga terjadi depolarisasi. Asetilkolin akan segera dihidrolisis oleh enzim asetilkolinesterase yang terdapat dalam jumlah besar pada sinapsis. Sinapsis merupakan celah antara sel saraf dengan sel otot pada sistem saraf serangga. Dengan adanya alkaloid, enzim tersebut tidak dapat memecah asetilkolin, sehingga asetilkolin akan tertimbun pada sinapsis. Akibatnya membran akan kelebihan ion positif dan menyebabkan kekacauan pada sistem penghantaran impuls ke sel-sel otot. Hal ini menyebabkan pesan-pesan berikutnya tidak dapat diteruskan, larva mengalami kekejangan secara terus-menerus dan akhirnya terjadi kelumpuhan dan kondisi ini berlanjut terus sehingga menyebabkan kematian (Kaihena *et al.*, 2011).

Sedangkan senyawa fenol mempunyai sifat racun dehidrasi. Racun tersebut merupakan racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan terus-

menerus. Larva yang terkena racun ini akan mati karena kekurangan cairan. Racun kontak adalah pestisida nabati yang masuk ke dalam tubuh larva melalui kulit, celah atau lubang alami pada tubuh. Larva akan mati apabila bersinggungan langsung (kontak) dengan pestisida nabati tersebut. Kebanyakan racun kontak juga berperan sebagai racun lambung (Panghiyangani, 2009).

Selain itu, pestisida nabati ekstrak daun belimbing wuluh ini masuk ke dalam tubuh larva melalui mulut melalui makanan yang dimakan. Larva mati dikarenakan racun yang masuk melalui makanan kemudian dalam sel tubuh larva akan menghambat metabolisme sel yaitu menghambat transport elektron dalam mitokondria sehingga pembentukan energi dari makanan sebagai sumber energi dalam sel tidak terjadi dan sel tidak dapat beraktifitas, hal ini yang menyebabkan larva mati (Sa'adah, 2011). Racun perut dapat dilihat di Gambar 4.3b yang menunjukkan tubuh larva mengeras, berwarna cokelat sampai kehitaman, dan Gambar 4.3c tubuh memanjang dan lentur. Senyawa metabolit sekunder seperti saponin dan alkaloid merupakan *Stomach poisoning* atau racun perut bagi larva. Mekanisme dari saponin yaitu dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif. Saponin juga dapat membentuk senyawa kompleks dalam membran plasma dan mengganggu sifat permeabilitas membran (Darmanto, 2007). Saponin juga dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Saponin juga menyebabkan iritasi lambung apabila dimakan (Utami, 2010).

Menurut Endah dan Heri *dalam* Sinaga (2009), adanya senyawa *antifeedant* pada ekstrak daun suren seperti alkaloid dan saponin menyebabkan larva mati karena kekurangan nutrisi. Selain itu, menurut Yunita (2009), kematian larva disebabkan oleh ketidakmampuan larva dalam mendetoksifikasi senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuhnya. Senyawa bioaktif sebagai zat toksik yang terkandung dalam ekstrak dapat masuk

melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya. Menurut Sastrodiharjo (1979), dinding tubuh merupakan bagian tubuh serangga yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar. Menurut Matsumura (1976), zat toksik relatif lebih mudah menembus kutikula dan selanjutnya masuk ke dalam tubuh serangga karena serangga pada umumnya berukuran kecil sehingga luas permukaan luar tubuh yang terdedah relatif lebih besar (terhadap volume) dibandingkan mamalia. Selain itu, kutikula bersifat hidrofob dan lipofilik sehingga senyawa bioaktif yang bersifat non polar mudah menembus kutikula.

Antifeedant merupakan parameter yang penting untuk diamati karena *antifeedant* berhubungan dengan mortalitas dan perkembangan larva *S. litura*. *Antifeedant* merupakan pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh dalam menghambat aktivitas makan larva *S. litura* terhadap daun sawi. Setelah mengetahui persen aktivitas makan, maka akan diketahui apakah ekstrak daun belimbing wuluh bersifat *antifeedant* terhadap *S. litura*. Rendahnya persentase aktivitas makan menunjukkan tingginya *antifeedant*. Hal ini akan menyebabkan penghambatan pertumbuhan dan perkembangan larva *S. litura*. Selama proses pertumbuhan, larva membutuhkan sumber nutrisi yang cukup. Sehingga, apabila terjadi *antifeedant*, maka larva kekurangan nutrisi dan tidak mampu berkembang dengan baik. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula jumlah toksik yang terakumulasi didalam tubuh larva. Adanya senyawa toksik dalam tubuh larva juga menyebabkan larva harus melakukan mekanisme detoksifikasi. Dalam mekanisme detoksifikasi, larva juga membutuhkan nutrisi dari makanan. Apabila jumlah nutrisi kurang, sedangkan kebutuhan nutrisi banyak untuk pertumbuhan dan detoksifikasi maka proses pertumbuhan terhambat. Menurut Parkinson dan Ogilvie (2008), dalam kondisi makanan tanpa adanya senyawa toksik, energi dari makanan akan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Akan tetapi dengan

adanya senyawa toksik pada makanannya maka sebagian dari energi makanan yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan dialokasikan untuk detoksifikasi senyawa racun.

Leatemia dan Isman (2004) melaporkan bahwa konsentrasi tinggi dari ekstrak menyebabkan mortalitas larva yang juga tinggi, meskipun porsi daun sawi dikonsumsi sangat kecil. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga jumlah toksik yang terkandung. Sehingga walaupun sedikit jumlah daun yang dikonsumsi, tetapi jumlah toksik yang terakumulasi lebih banyak dibandingkan pada perlakuan dengan konsentrasi rendah, sehingga mortalitas juga tinggi sebanding dengan tingginya konsentrasi.

Aktivitas larva *S. litura* memakan daun sawi yang telah dicelupkan ekstrak daun belimbing wuluh persentasenya menurun seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh yang dipaparkan, yang terendah adalah 41,67% (Tabel 4.3). Berdasarkan hasil uji ANOVA (lihat lampiran 7), diketahui taraf signifikan antifeedant $0,00 < 0,05$, yang berarti $P_{\text{value}} < \alpha$, maka berdasarkan hipotesis H_0 ditolak. Hal ini berarti ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap antifeedant larva *S. litura*.

Tabel 4.3 Persentase Aktivitas Makandalam 24 jam

Konsentrasi (%)	Rataan Berat Daun			<i>Antifeedant</i> (%)
	Bobot Awal	Bobot Akhir	Daun yang dimakan (gr)	
0	3	0	3	100 ^a
10	3	0,21	2,79	93 ^{ab}
20	3	0,33	2,67	89 ^b
30	3	0,49	2,51	83,67 ^b
40	3	0,55	2,45	81,67 ^b
50	3	0,63	2,37	79 ^{bc}
60	3	0,67	2,33	77,67 ^{bc}
70	3	1,12	1,88	62,67 ^c
80	3	1,42	1,58	51 ^c
90	3	1,75	1,25	41,67 ^d

Keterangan : huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji Tukey dengan tingkat kepercayaan (95%)

Berdasarkan hasil uji Tukey di atas, ekstrak dengan konsentrasi 10% hambatan makan tidak terjadi beda nyata dengan kontrol, sedangkan pada ekstrak dengan konsentrasi 20-90% hambatan makan berbeda nyata dengan kontrol, dan dari konsentrasi 10-90% persen aktivitas makan larva *S. litura* semakin menurun. Hal ini berarti bahwa dengan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh sebesar 20% telah dapat menghambat aktivitas makan (*antifeedant*) ulat *S. litura*.

Senyawa *antifeedant* merupakan suatu zat yang apabila diujikan terhadap serangga akan menghentikan aktivitas makan secara sementara atau permanen tergantung potensi zat tersebut

(Miles et al., 1985). Kerja dari *antifeedant* menyebabkan hamaserangga berhenti makan hingga akhirnya mati. Senyawa *antifeedant* dapat ditemukan pada sebagian besar metabolit sekunder, antara lain alkaloid, fenolik dan terpenoid. Namun dalam jumlah keragaman terbanyak senyawa *antifeedant* ditemukan pada golongan terpenoid (Frazier dalam isman, 2002).

Aktivitas *antifeedant* ini diduga berasal dari senyawa metabolit sekunder ekstrak daun belimbing wuluh. *Antifeedant* menyebabkan aktivitas makan hama serangga berkurang, akhirnya kelaparan dan mati. Ekstrak tanaman terdiri dari senyawa metabolit bioaktif yang dapat menghasilkan efek beracun pada larva sehingga jika tertelan menyebabkan penolakan makan. Senyawa yang diduga sebagai senyawa *antifeedant* adalah alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin. Frazier (1996), melaporkan bahwa *antifeedant* dapat ditemukan pada sebagian besar metabolit sekunder, antara lain alkaloid, flavonoid, terpenoid dan fenolat. Sedangkan Hopkins (2004), berpendapat bahwa tanin, kuinon dan saponin juga mampu menekan konsumsi makan, tingkat pertumbuhan dan kemampuan bertahan larva. Tanin, kuinon dan saponin memiliki rasa yang pahit sehingga dapat menyebabkan mekanisme *antifeedant* pada larva uji. Rasa yang pahit menyebabkan larva tidak mau makan sehingga larva akan kelaparan dan akhirnya mati.

Tanin berperan sebagai pertahanan tanaman terhadap serangga dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tanin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu. Saponin dapat menurunkan produktivitas kerja enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Hal ini disebabkan karena saponin dapat berinteraksi dengan membran sel mukosa sehingga menyebabkan permeabilitas berubah akibat hilangnya aktivitas ikatan enzim pada membran. Saponin mengikat sterol bebas dalam pencernaan makanan, sedangkan

sterol berperan sebagai precursor hormon ecdison. Saponin biasanya menyebabkan iritasi pada membran mukosa pada kerongkongan (Widodo, 2005). Gangguan seperti hilangnya permeabilitas membran mukosa dan iritasi pada kerongkongan akan menyebabkan makanan tidak dapat dicerna secara sempurna baik secara enzimatis maupun secara fisik.

Terpenoid merupakan senyawa yang memiliki rasa yang kelat (sepat) yang berfungsi sebagai *antifeedant* terhadap serangga. Triterpenoid diserap oleh saluran pencernaan tengah yang berfungsi sebagai tempat penghancuran makanan secara enzimatis. Masuknya senyawa tersebut mengakibatkan terganggunya sekresi enzim-enzim pencernaan, dengan tidak adanya enzim-enzim pencernaan maka metabolisme pencernaan akan terganggu. Jika hal ini terjadi terus-menerus mengakibatkan larva *S. litura* mati karena kekurangan nutrisi untuk kelangsungan hidupnya (Anggraini *et al.*, 2013).

Pada pengamatan perilaku larva yang sesuai dalam jurnal (Dadang, 2006) dimana larva akan melakukan dua hal untuk aktifitas makannya yaitu yang pertama adalah rangsangan-rangsangan untuk inisiasi aktifitas makan dalam tanaman yang memberikan isyarat untuk pengenalan jenis makanan dan menjaga aktifitas makan, serta yang kedua ialah pendeteksian adanya senyawa-senyawa asing yang dapat memperpendek aktifitas makan atau bahkan menghentikan aktifitas makan sama sekali. Perilaku larva tersebut disebabkan karena larva sedang menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungannya.

Secara umum hambatan aktivitas makan larva *S. litura* instar III, pada percobaan dengan pakan tanpa pilihan memiliki indeks hambatan makan yang tinggi hal ini disebabkan karena larva dipaksa untuk makan atau tidak makan. Apabila larva memutuskan tidak makan maka hambatan makannya tinggi, jika larva memutuskan makan akan berpengaruh terhadap jumlah bobot yang dikonsumsi. Naria (2005) menjelaskan apabila perilaku tersebut di atas terjadi pada suatu populasi serangga maka dapat dipastikan bahwa perkembangan populasi

generasi berikutnya akan menurun. Oleh karena itu informasi ini penting untuk diketahui karena akan dapat digunakan sebagai bahan strategi pengendalian hama di lapangan. Selain itu senyawa yang mempunyai aktivitas penghambat makan relatif tidak beracun bagi organisme yang bukan sasaran karena memiliki selektivitas yang tinggi.

Dalam penelitian ini, pestisida nabati ekstrak daun belimbing wuluh hanya dicari konsentrasi ekstrak yang mampu membunuh larva *S. litura* sebesar 50% dari total populasi, yaitu dengan menghambat pertumbuhan dan tanpa menghambat perkembangannya karena dalam konsep pengendalian hayati terdapat sebuah pemikiran, bahwa usaha mencegah terjadinya suatu kerusakan yang diakibatkan oleh serangga lebih diutamakan dari pada harus mematikan 100%. Selain itu tidak menghambat perkembangannya karena akan dapat memusnahkan populasi larva *S. litura*, apabila larva tersebut sudah tidak dapat berkembang. Tingkat kematian serangga yang dapat dijadikan ukuran efektifitas untuk pengendalian adalah sebesar 80-90% (Diaz, 2011). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh berpotensi sebagai pestisida nabati untuk pengendalian hayati dengan menghambat pertumbuhan dan mortalitas larva *S. litura* tanpa mengganggu perkembangannya.

4.2 Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap Perkembangan Larva *S. litura*

Tabel 4.5 menunjukkan perkembangan larva menjadi pupa setelah pemaparan ekstrak daun belimbing wuluh untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perkembangan larva *S. litura* dari instar 3, instar 4, instar 5, fase prepupa dan fase pupa. Perkembangan pupa berlangsung selama 11-12 hari, menurut Rahayu dkk (2009) masa stadia larva berlangsung selama 15-30 hari.

Tabel 4.4Perkembangan Larva menjadi Pupa setelah Pemaparan

Lama perkembangan instar (hari)					
Konsentrasi Ekstrak	Instar 3	Instar 4	Instar 5	Prepupa	Pupa
0%	3-4	5-6	8-9	10-11	0
10%	3-4	5-6	8-9	10-11	0
20%	3-4	5-6	8-9	10-11	0
30%	3-4	5-6	8-9	10-11	11-12
40%	3-4	5-6	8-9	10-11	11-12
50%	3-4	5-6	8-9	10-11	0
60%	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
70%	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
80%	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
90%	3-4	5-6	7-8	9-10	0

Dalam penelitian ini terjadi kegagalan pembentukan pupa pada konsentrasi 10%, 20%, 50%, 90% dan juga pada kontrol (Tabel 4.4).Hal ini diduga disebabkan oleh faktor lingkungan.Dugaan faktor yang mempengaruhi kegagalan pembentukan pupa antara lain suhu, kelembapan, serta tempat hidup larva uji di laboratorium botani kurang memenuhi standart tertentu agar larva dapat hidup dan tumbuh dengan baik.Menurut Carasi (2014), periode pupa biasanya dihabiskan di sel tanah (bungkus) dan berlangsung selama 11-13 hari pada suhu 25° C, kelembapan yang sedikit rendah dan frekuensi hujan yang rendah.Dimana dalam penelitian ini kemungkinan wadah botol uji yang digunakan terlalu kecil untuk memelihara larva kontrol sehingga menjadi lebih cepat lembab dan kotor.

Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa ekstrak daun belimbing wuluh tidak memberikan pengaruh terhadap perkembangan instar. Hal ini terlihat dari rata-rata lama perkembangan instar sampai pupa berlangsung selama 11-12 hari,

dimana konsentrasi 0-50% dan 60-90% sebenarnya tidak ada beda nyata yang dibuktikan pada uji mortalitas (Tabel 4.2) dan *antifeedant*(Tabel 4.3).

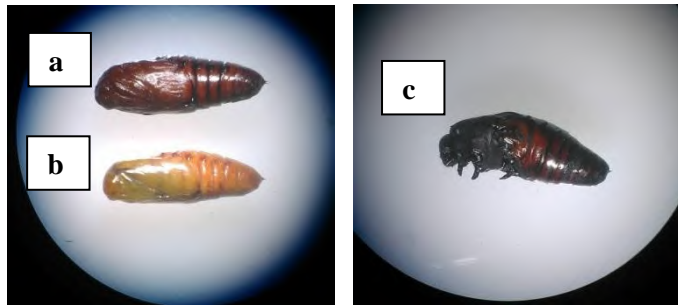
Menurut Dinata *dalam* Nugraha (2011), saponin dapat mengikat sterol bebas dalam pencernaan makanan, dimana sterol berperan sebagai precursor hormon ecdison, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas akan mengganggu proses pergantian kulit (moulting) pada serangga. Hormon ecdison berfungsi untuk membentuk organ tubuh, organ pernapasan dan organ pencernaan. Hormon ecdison tidak akan terbentuk apabila pada saat proses pertumbuhan larva sudah terjadi pertumbuhan yang tidak normal, sehingga pada tubuh larva tidak terjadi keseimbangan sistem hormonal dan terjadi kegagalan proses pembentukan organ-organ yang akhirnya pupa menjadi mati (Shinta dkk., 2012).

Pada parameter pengamatan pembentukan pupa bertujuan untuk melihat dampak lanjutan dari perlakuan yang telah dilakukan. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah Pada konsentrasi 10%, 20%, 50% dan 90% larva *S. litura* mengalami kematian sebelum mencapai pupa. Hasil pengamatan pembentukan pupa dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Pembentukan Pupa

Konsentrasi (%)	Rata-rata jumlah larva masih hidup (ekor)	Rata-rata	
		Jumlah pupa	Pupa terbentuk (%)
0	19	0	0
10	20	0	0
20	19	0	0
30	18	1	5
40	19	1	5
50	16	0	0
60	12	1	8
70	12	1	8
80	17	1	5
90	10	0	0

Kegagalan pembentukan pupa yang terjadi pada perlakuan konsentrasi 10%, 20%.50%, 90% dan kontrol diduga disebabkan oleh tekanan dari faktor lingkungan di dalam laboratorium atau akibat dari perlakuan pada tahap persiapan atau sementara penelitian berlangsung. Gagalnya pembentukan pupa yang ditandai dengan rusak atau mengkerutnya dinding tubuh serta tekstur tubuh larva memanjang dan lentur.



Gambar 4.4 Perbandingan pupa kontrol dengan yang mati setelah pemaparan (Dokumentasi pribadi).

Keterangan gambar : (a) pupa kontrol, (b) pupa terpapar ekstrak 70%, (c) pupa terpapar ekstrak 80%

Senyawa bioaktif seperti alkaloid menyebabkan perubahan warna pada tubuh pupa menjadi lebih transparan (Gambar 4.4b) (Cania, 2013), sedangkan saponin dan tanin dapat menghambat pertumbuhan termasuk gagalnya pembentukan pupa (Gambar 4.4c). Sesuai dengan pernyataan Harnoto *et al.* (2000) dalam Lestari *et al.* (2005) bahwa, rendahnya pupa yang dihasilkan disebabkan pakan yang dikonsumsi oleh larva makin sedikit, sehingga proses perubahan dari prapupa ke pupa tidak berjalan sempurna bahkan gagal membentuk pupa. Selanjutnya Prijono (1999) menjelaskan bahwa ada empat gangguan terhadap larva untuk membentuk pupa (kepompong) setelah memakan senyawa beracun yaitu, 1) larva instar akhir mati sebelum atau pada proses berkepompong, 2) larva berkembang menjadi kepompong yang tidak normal, 3) larva berkembang menjadi kepompong yang berbentuk normal, tetapi mati dalam fase kepompong (sebelum imago muncul), 4) larva berkembang menjadi kepompong yang berbentuk normal, tetapi imago yang muncul tidak normal. Untuk mencegah banyaknya senyawa racun yang masuk ke dalam tubuh serangga, maka serangga melakukan kompensasi dengan cara menurunkan laju konsumsi sehingga mengakibatkan timbulnya

gangguan pada berbagai aktivitas serangga seperti pertumbuhan dan perkembangan.

Ciri-ciri kematian larva *S. litura* yang gagal dalam pembentukan pupa berbeda dengan ciri-ciri kematian larva *S. litura* pada perlakuan yang diberi ekstrak. Larva yang mati dan gagal dalam pembentukan pupa, ciri-cirinya tubuh masih utuh tetapi tidak membentuk pupa, sedangkan pada perlakuan yang diberi ekstrak larva mati dengan ciri-ciri tubuh abnormal. Sunjaya (1970), mengatakan bahwa serangga akan terhambat pertumbuhan dan perkembangannya atau mati apabila faktor lingkungan tempat hidupnya tidak mendukung baik dari faktor fisis atau dari faktor makanan. Sedangkan jika ada larva yang masih mampu bertahan hidup sampai pada periode waktu tertentu dan bahkan ada larva yang dapat hidup sampai stadia pupa tetapi tidak lama kemudian mati. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kadar racun yang ada di dalam tubuh suatu organisme, semakin sulit suatu organisme menghambat atau menetralkan racun yang ada di dalam tubuhnya. Menurut Wigglesworth (1974), di saat memasuki stadia pupa, banyak sekali cadangan glikogen dan protein yang diperlukan untuk pembentukan kokon, dengan demikian aktivitas biokimia lebih banyak diarahkan untuk pembentukan senyawa-senyawa tersebut, sehingga aktivitas metabolisme untuk menghambat atau menetralkan racun yang ada di dalam tubuhnya menjadi menurun dan akibatnya pupa yang terbentuk akhirnya mati (tidak dapat hidup sampai ke stadia imago).

Dalam penelitian hasnah *et al* (2012) menjelaskan bahwa penyebab matinya larva uji sebelum menjadi pupa karena pertumbuhan dan perkembangan hama serangga dikonsumsi pada stadia larva. Larva *S. litura* yang memakan pakan yang sudah dikontaminasi ekstrak yang toksik maka menyebabkan semakin tinggi kadar racun dalam tubuhnya sehingga tubuhnya akan semakin sulit untuk menetralkan racun tersebut. Aktivitas metabolisme akan menurun, akhirnya pupa yang terbentuk mati. Seperti yang dikemukakan Priyono dalam Herminanto *et al*

(2004) bahwa serangga yang terkena pestisida nabati dalam konsentrasi mematikan dapat mengalami perubahan fisiologis dan perilaku, sehingga dapat menghambat pertumbuhan termasuk gagalnya dalam proses pembentukan pupa.

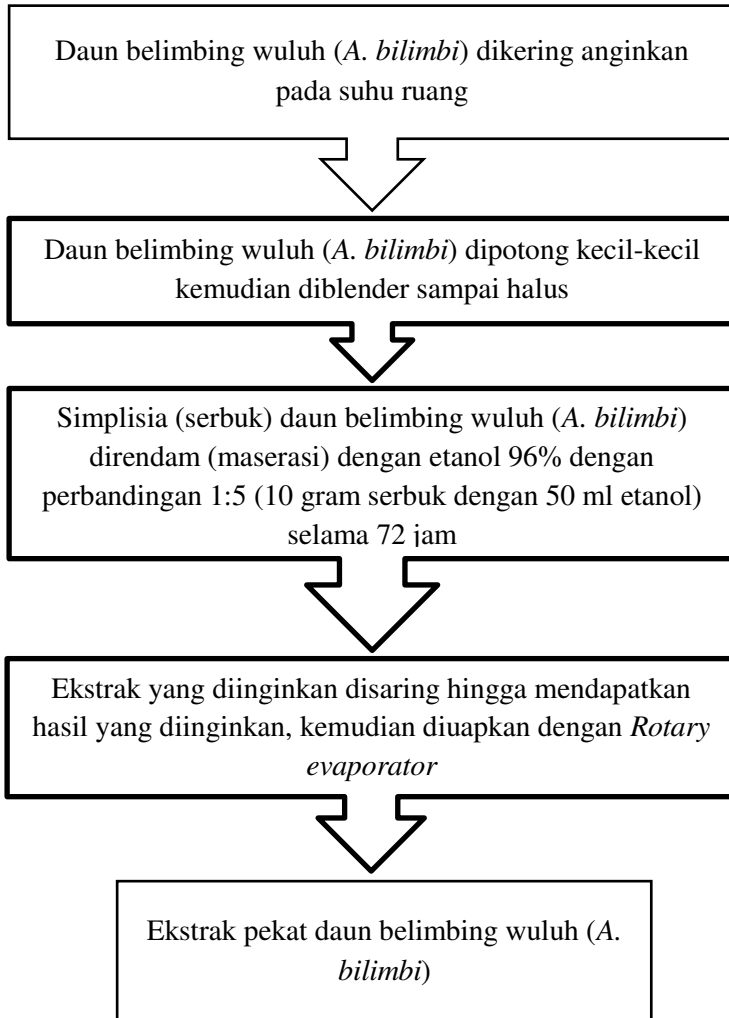
Dalam penelitian ini ekstrak daun belimbing wuluh menunjukkan dan memperkuat bahwa diduga kandungan jenis racun adalah racun perut dan sedikit racun kontak bagi larva *S. litura*, dikarenakan pada penelitian ini ekstrak daun belimbing wuluh hanya dapat membunuh sebagian larva *S. litura* dalam waktu 24 jam, sedangkan sebagian lagi membutuhkan waktu yang lama. Racun perut adalah senyawa bioaktif yang terdapat dalam bioinsektisida yang masuk melalui mulut dan saluran makanan. Racun perut biasanya memerlukan waktu yang lebih lama untuk memperlihatkan pengaruhnya jika dibandingkan dengan racun kontak dan racun pernapasan. Dalam kasus ini, ekstrak daun belimbing wuluh kurang tepat jika dikatakan sebagai racun kontak bagi larva *S. litura*, karena larva yang mati dalam waktu 24 jam hanya sebagian saja, sedangkan sebagian lagi membutuhkan waktu yang cukup lama. Pada umumnya racun kontak hanya memerlukan sedikit waktu untuk membunuh atau mematikan larva. Pada penelitian ini, ekstrak daun belimbing wuluh membutuhkan waktu kurang lebih 7 hari untuk membunuh 80-90% dari jumlah populasi larva. Diduga ekstrak daun belimbing wuluh terakumulasi didalam tubuh larva dan mulai bereaksi setelah kurang lebih 7 hari, karena pada hari ke-7 tersebut larva mulai banyak yang mati.

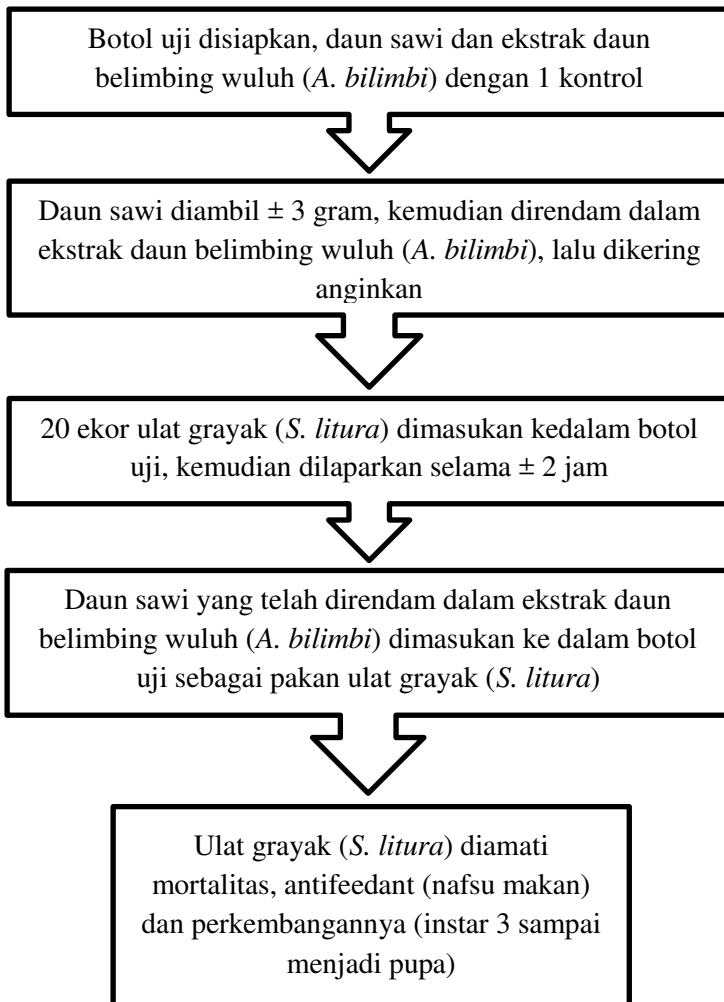
Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh merupakan racun kronis karena senyawa yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing wuluh menimbulkan efek kematian sebagian besar larva *S. litura* dalam jangka waktu yang lama.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema kerja pembuatan ekstrak daun belimbing wuluh



Lampiran 2. Skema kerja uji lanjutan

Lampiran 3. Hasil analisis probit uji pendahuluan

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	-20.5815	6.68626	-47.8238	-11.9344
2	-17.7982	5.95232	-42.0291	-10.0936
3	-16.0323	5.48739	-38.3540	-8.92425
4	-14.7039	5.13814	-35.5903	-8.04360
5	-13.6233	4.85442	-33.3431	-7.32652
6	-12.7036	4.61325	-31.4309	-6.71554
7	-11.8971	4.40208	-29.7549	-6.17927
8	-11.1751	4.21325	-28.2547	-5.69859
9	-10.5184	4.04176	-26.8908	-5.26096
10	-9.91392	3.88414	-25.6358	-4.85766
20	-5.42215	2.72353	-16.3316	-1.83946
30	-2.18327	1.91154	-9.67307	0.387366
40	0.584239	1.26908	-4.09238	2.39887
50	3.17096	0.823124	0.754431	4.64831
60	5.75768	0.829726	4.28241	8.21659
70	8.52519	1.32110	6.65324	13.4380
80	11.7641	2.08672	8.97778	19.9988
90	16.2558	3.22832	12.0344	29.2646
91	16.8603	3.38466	12.4402	30.5170
92	17.5170	3.55492	12.8803	31.8785
93	18.2391	3.74257	13.3633	33.3763
94	19.0455	3.95262	13.9018	35.0501
95	19.9652	4.19269	14.5150	36.9601
96	21.0458	4.47532	15.2342	39.2052
97	22.3742	4.82348	16.1171	41.9667
98	24.1401	5.28726	17.2887	45.6395
99	26.9234	6.01987	19.1321	51.4316

Tabel. Rentang konsentrasi LC₅₀ yang digunakan dalam uji pendahuluan

Letal Concentration (LC)	Concentration (%)
50	3.17
60	5.76
70	8.52

Keterangan : bagian yang dihitamkan menunjukkan LC₅₀

Lampiran 4. Hasil uji Anova mortalitas uji pendahuluan

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi	9	70.17	7.80	2.25	0.063
Error	20	69.33	3.47		
Total	29	139.50			

Lampiran 5. Hasil analisis probit uji lanjutan

Percent	Percentile	Standard	95.0% Fiducial CI	
		Error	Lower	Upper
1	-0.424270	6.53076	-16.1467	10.4166
2	9.49212	5.61512	-3.95806	18.8601
3	15.7837	5.04994	3.74400	24.2485
4	20.5167	4.63614	9.51541	28.3244
5	24.3666	4.30891	14.1914	31.6586
6	27.6434	4.03867	18.1548	34.5130
7	30.5166	3.80935	21.6147	37.0310
8	33.0892	3.61122	24.6982	39.3001
9	35.4288	3.43799	27.4885	41.3776
10	37.5825	3.28532	30.0434	43.3037
20	53.5859	2.46905	48.3791	58.2648
30	65.1255	2.43201	60.4607	70.1925
40	74.9857	2.80848	69.9380	81.2304
50	84.2018	3.39185	78.3221	92.0213
60	93.4178	4.10304	86.4480	103.070
70	103.278	4.94314	94.9832	115.050
80	114.818	5.98492	104.856	129.187
90	130.821	7.48687	118.434	148.905
91	132.975	7.69224	120.255	151.565
92	135.314	7.91600	122.232	154.456
93	137.887	8.16277	124.404	157.637
94	140.760	8.43919	126.829	161.190
95	144.037	8.75541	129.592	165.245
96	147.887	9.12808	132.836	170.011
97	152.620	9.58775	136.821	175.873
98	158.911	10.2010	142.115	183.670
99	168.828	11.1718	150.450	195.967

Tabel. Rentang konsentrasi LC₅₀ yang digunakan dalam uji lanjutan

Letal Concentration (LC)	Concentration Extract (%)
10	37.58
20	53.58
30	65.12
40	74.98
50	84.2
60	93.42

Keterangan : bagian yang dihitamkan menunjukkan LC₅₀

Lampiran 6. Hasil uji Anova mortalitas uji lanjutan

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi	9	424.03	47.11	7.10	0.000
Error	20	132.67	6.63		
Total	29	556.70			

Lampiran 7. Hasil uji Anova one way % aktivitas makan ulat grayak

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi	9	8.201	0.91127	9.38	0.000
Error	20	1.942	0.09711		
Total	29	10.144			

Lampiran 8. Berat konsumsi daun sawi oleh ulat grayak rata-rata tiap ulangan

Konsentrasi (%)	Berat daun yang dimakan dalam 24 jam (gr)		
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III
0	3	3	3
10	2,78	2,77	2,82
20	2,26	2,84	2,91
30	2,39	2,54	2,60
40	2,22	2,51	2,62
50	2,46	2,69	1,96
60	2,49	2,36	2,14
70	1,94	1,67	2,03
80	1,94	1,11	1,69
90	0,81	0,93	1,98

Lampiran 9. Perkembangan larva menjadi pupa

Ulangan	Konsentrasi (%)	larva yang hidup sampai menjadi pupa											
		Hari ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0	18	18	18	17	12	0	0	0	0	0	0	0
	10	20	19	17	12	5	3	2	0	0	0	0	0
	20	20	20	19	17	14	14	13	1	1	1	0	0
	30	18	15	15	15	12	11	6	3	1	1	1	1
	40	20	19	18	17	16	16	15	7	4	3	2	1
	50	15	15	15	14	11	5	4	2	1	1	1	1
	60	15	12	10	8	7	3	3	3	3	1	1	1
	70	15	10	10	10	7	5	4	3	2	1	1	0
	80	15	9	8	7	5	5	5	3	3	2	2	2
	90	15	12	11	9	9	7	6	6	4	4	3	0
II	0	20	20	11	9	7	4	4	1	0	0	0	0
	10	20	19	18	17	11	9	8	0	0	0	0	0
	20	19	18	14	13	11	6	5	3	3	3	1	1
	30	19	18	18	18	18	17	6	3	3	2	1	0
	40	19	19	19	19	14	12	5	2	2	2	2	1
	50	19	19	18	18	14	14	9	4	0	0	0	0
	60	14	12	12	12	11	9	6	2	0	0	0	0
	70	14	13	11	11	10	9	6	3	1	1	1	1
	80	9	4	4	4	2	2	2	2	2	1	1	1
	90	8	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1
III	0	20	18	15	14	12	10	6	2	2	1	1	1
	10	20	20	18	16	9	7	4	0	0	0	0	0
	20	20	18	17	17	9	9	6	1	1	1	1	0
	30	19	19	19	19	17	13	4	2	1	1	1	1
	40	18	11	11	10	8	7	6	2	2	2	2	2
	50	15	12	12	11	9	8	6	2	1	1	1	1
	60	8	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2
	70	8	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	80	10	8	8	8	6	6	6	6	3	2	0	0
	90	7	7	7	7	7	6	6	3	2	2	2	1

Keterangan :

	: Instar 3
	: Instar 4
	: Instar 5
	: Prepupa
	: Pupa

Lampiran 10. Hasil uji kandungan ekstrak daun belimbing wuluh

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR

REPORT
 Certificate of Analysis

No. : 05851/KI/I-2016
 Code : Penelitian
 Sampel Sender : Phs.Bio ITS Surabaya
 Sampel Name : Extr.D.B Wuluh
 Test : Bahan aktif
 Sampel Brand :
 Sampel Identity : Cairan kental kecoklatan
 Sampel Accepted : 22 Jan.2016

Chemical laboratory test result is :


1.Tanin	, % ± 4,11
2.Saponin	, % ± 3,81
3.Flavonoid	, % ± 1,76
4.Terpenoid	, % ± 2,01


Surabaya, 25 Jan.2016
 Head Laboratory Reseracher



Drs. M. Fatoni, MS



Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII No. 14
 Fax / Telp. 031-8281941, Bank BCA – Bank Jatim
 Surabaya



Lampiran 11. Dokumentasi mulai persiapan sampai pengamatan

No	Foto	Keterangan
1		Pengumpulan daun belimbing wuluh
2		Pengeringan daun belimbing wuluh pada suhu ruang



3		Pemblenderan daun belimbing wuluh yang sudah mongering
4		Simplisia yang didapatkan di maserasi selama 72 jam dengan etanol 96%


5		<p>Penyaringan hasil maserasi untuk di <i>Rotary evaporator</i></p>
6		<p>Ekstrak kental daun belimbing wuluh setelah di <i>Rotary evaporator</i></p>

7		<p>Penakaran ekstrak kental daun belimbing wuluh dengan neraca digital</p>
8		<p>Proses pelarutan ekstrak di larutkan dengan menggunakan aquades hingga memiliki konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 90%</p>

9		<p>Larutan ekstrak daun belimbing wuluh yang telah didapatkan dimasukan ke dalam botol-botol kaca kecil</p>
10		<p>Perendaman daun sawi dalam larutan ekstrak daun belimbing wuluh</p>

11	 A photograph showing several green leaves of sawi (Brassica oleracea) laid out on a white surface, likely a newspaper or paper towel, for drying. The leaves are arranged in two rows, with some showing signs of wilting or being partially dried.	<p>Daun sawi yang telah dilarutkan dalam ekstrak daun belimbing wuluh dikering-anginkan pada suhu ruang</p>
12	 A photograph showing a collection of small, light-colored glass bottles arranged in rows. Each bottle is covered with a piece of white cloth or paper, secured with a rubber band, indicating they are sealed for storage or use.	<p>Ulat grayak yang telah didapat dimasukkan ke dalam botol-botol kaca yang telah ditutup dengan kain</p>

13		Pemberian pakan ulat grayak dengan daun sawi
14		Pengamatan perkembangan ulat grayak

15		Pengamatan pupa yang telah terbentuk
----	---	--------------------------------------

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) berpotensi sebagai pestisida nabati ulat grayak (*Spodoptera litura*). Potensi tersebut dapat dideteksi berdasarkan :

1. Ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap mortalitas larva *S. litura*, dimana dengan konsentrasi 50% sudah dapat membunuh larva *S. litura*. Ekstrak daun belimbing wuluh tidak berpengaruh terhadap perkembangan larva *S. litura*, ditunjukkan dengan rata-rata lama stadia larva pada semua konsentrasi berkisar 11-12 hari.
2. Konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif untuk membunuh larva *S. litura* yaitu sebesar 50-90%. Hasil analisis probit nilai LC_{50} terdapat pada konsentrasi 84% ($LC_{50} = 84,2\%$).

5.2 Saran

Dalam penelitian terdapat beberapa saran yang penulis usulkan untuk perbaikan penelitian kedepan :

1. Mencegah kekurangan ekstrak, maka jumlah daun yang akan di ekstraksi harus lebih banyak.
2. Melakukan uji fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak daun belimbing wuluh.
3. Mencegah kegagalan dalam pembentukan pupa, maka harus diperhatikan faktor lingkungan yang mempengaruhi proses pembentukan pupa, seperti suhu dan kelembapan.

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul. 2008. **Air Belimbing Wuluh Sebagai Alternatif**. <http://id.shvoong.com>. diakses tanggal 21 Mei 2015
- Anggraini, D., Sumarmin, R., dan Widiana, R. 2013. Kulit Batang Angsana (*Pterocarpus indicus*) terhadap Feeding Strategy Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens*). **Skripsi**. Biologi STKIP PGRI : Sumatra Barat.
- Arifin, M. 2012. Bioinsektisida S/NPV untuk Mengendalikan Ulat Grayak Mendukung Swasembada Kedelai. **Pengembangan Inovasi Pertanian**. Balai Besar dan Pengembangan Teknologi Pertanian Bogor.
- Arifin, M., dan Sunihardi. 1997. **Biopestisida S/NPV untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura***. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 9(5 dan 6): 3-5.
- Arland. 2006. **IPTEK OBAT: Belimbing Wuluh**. www.mencinta-i-islam@yahoo.com/belimbingwuluh. Diakses tanggal 19 Mei 2015
- Asikin, S., Thamrin, M., Talanca, H., dan Galib, R. 2005. Taktik Pengendalian Hama Ulat Jagung dengan Insektisida granular di Lahan Kering Beriklim Basah dan Analisis Ekonominya. **Prosiding Seminar Nasional Jagung**. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Banjarbaru.
- Bedjo, I. S.W., dan Suharsono. 2011. Pengaruh Pestisida Nabati, NPV dan Galur Tahan Terhadap Aspek Biologi Ulat Grayak. **Seminar Nasional Pestisida Nabati IV Jakarta**. Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Malang.
- Cania, E. 2013. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Legundi (*Vitex Trifolia*) Terhadap Larva *Aedes Aegypti*. **Medical Journal of Lampung University** Volume 2 No 4 Februari 2013
- Carasi, R.C.I., Telan, I.F., and B.V. Pera. 2014. Bioecology of Common Cutworm (*S. litura*) of Mulberry. **International**

**Journal of Scientific and Research Publications,
Volume 4. ISSN 2250-3153.**

- Chalista, V. 2009. Uji Toksisitas Potensi Insektisida Nabati Ekstrak Kulit Batang *Rhizospora mucronata* Terhadap Larva *Spodoptera litura*. **Skripsi**. Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Dadang, M. 2006. Konsep Hama dan Dinamika Populasi. **Workshop Hama dan Penyakit Tanaman (*Jatropha curcas* Linn)**. IPB Dramaga : Bogor.
- Dalimartha, S. 1999. **Atlas Tumbuhan Obat Indonesia**. Jilid 1. Jakarta : Trubus Agriwidya.
- Dalimarta, S. 2008. **36 Resep Tumbuhan Obat Untuk Menurunkan Kolesterol**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Darmanto, Y. 2007. Pengaruh Ekstrak Polar Bebek (*Kalanchoe daigremontiana* Terhadap Larva *Plutella xylostella* Linnaeus. **Skripsi**. Program Studi Biologi. ITS. Surabaya.
- Diaz, G. 2011. Efektifitas Insektisida Nabati Ekstrak Daun Mimba (*Azadiracta indica*) terhadap Ngengat *Spodoptera litura* F. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Djunaedy, A. 2009. Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. **Embryo** 6: 0216-0188.
- Efendi, R. 2009. Ekstraksi dan Identifikasi Senyawa Katekin dari Gambir. **Jurnal Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia** 4(3):85-89.
- Endah, S., dan Heri K, 2000. Manfaat Ekstrak Daun Pencegah Demam Berdarah. www.jawapos.ac.id [02 Juni 2016]
- EPPO. 1990. Data Sheet on Quarantine Pest *Spodoptera littoral* and *Spodoptera litura*. **CABI and EPPO for the EU** under Contract 90/399003.
- Faharani, G.B. 2009. Uji Aktifitas Antibakteri Daun Belimbing Wuluh Terhadap Bakteri *Streptococcus Aureus* dan *Achercia Coli* secara Bioautografi. FMIPA UI Jakarta.

- Hasnah, H., dan Purnama, N. N. 2013. Keefektifan Ekstrak Daun Pare (*Momordica charantia*) dalam Mengendalikan *Crocidokomia pavonana* F. pada Tanaman Sawi. **Jurnal Floratek**. Vol.8. Hal. 52-63.
- Hasnah, H., dan Fardhisa, A. 2012. Effect of Rhizome Extract of Sweet Flag (*Acorus calamus* L.) on Mortality of Grayak caterpillar *Spodoptera litura*. **Journal Floratek** 7 : 115-124.
- Herminanto, W. 2004. Potensi Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) untuk mengendalikan ulat krop kubis *Crocidolomia pavonana* F. **Jurnal Agrosains** 6 (1) : 31-35.
- Hopkins, W. G., and N. P. A. Hiiner. 2004. Introduction to Plant Physiology. **Third Edition. John Wiley and Sons, inc. Ontario.**
- Indriyani, I. G. A. A, dan Subiyakto A. G.1990. **Prospek NPV untuk Pengendalian Ulat Buah Kapas Helicoverpa armigera dan Ulat grayak S. litura**. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. **The Pest of Crops in Indonesia**. Revised and Translated by P.A van Der Laan. P.T. Ictiarbaru-Van Hoeve. Jakarta. 701. hal.
- Leatemia, J.A., dan Isman, M.B. 2004. Efficacy of Crude Seed Extracts of *Annona Squamosa* agints Diamond Back Moth, P. *Xylostella* in The Greenhouse. **International Journal of tropical insect science** 24: 150-158.
- Lestari, M. S., Martono, E., dan Trisyono, Y. A. 2005. Bioaktifitas Ekstrak Daun *Zodia Euodia Suaveolens* terhadap Hama *Crocidolomia binotalis*. *Journal Agrosains* 18(4):435-446.
- Makal, H.V.G., dan Defly A. S. T. 2011. Pemanfaatan Ekstrak Kasar Batang Serai untuk Pengendalian Larva *Crosidolomia binotalis* Zell. Pada Tanaman Kubis. **Universitas Sam Latulangi, Manado.**

- Mardiningsih, T. L dan Barriyah, B. 1995. **Biologi *S.litura F. Pada Tanaman Kemiri***. Dalam Prosiding Seminar Nasional Tantangan Entomologi pada Abad XXI. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Balai Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. 96-102 hal.
- Marwoto, S. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kedelai. **Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian**, 27:4-12.
- Matsumura. F. 1976. Toxicology of Insec-ticides. **Journal of Plenum Press**. New York.
- Miles, M. B., and Michael, H. 1985. **Qualitative Data Analysis : A Sourcebook of New Methods**. Sage Publication, Inc : London.
- Muta'ali, R., dan Purwani, K.I. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*P. indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *S. litura* F. **Jurnal Sains dan Seni POMITS** Vol. 2, No.2, (2015) 2337-3520.
- Naria, E. 2005. Insektisida Nabati untuk Rumah Tangga. **Info Kesehatan Masyarakat** 9 : 28-32.
- Noma, T., Colunga, M., Brewer, M., Landis, J., and Gooch, A. 2010. Oriental Leafworm *Spodoptera litura*. **Michigan State University infasive species factsheets**. Michigan State University IPM program and M. Philip of Michigan Departement of Agriculture.
- Noviana, E. 2011. Uji Potensi Ekstrak Daun Suren (*Toona sureni* Blume) sebagai Insektisida Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). **Skripsi**. Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Panghiyangan, R., Rahmiati., dan Noor, A.F. 2009. Potensi Ekstrak Daun Dewa (*Gynura pseudochina* Ldc) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue. **Jurnal Kedokteran Indonesia** Vol.1.

- Pradani, F., Ipa, M., Marina R., dan Yuliasih, Y. 2011. Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan Metode *Susceptibility* di Kota Cimahi Terhadap *Cypermethrin*. **Aspirator** Vol. 3 No. 1 Tahun 2011 18-24.
- Prijono, D. 1999. Prospek dan Strategi Pemanfaatan Insektisida Alami dan PHT. Halaman: 1-7. Bahan Pelatihan pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami. Pusat Kajian Pengendalian Hama-Hama Terpadu. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahayu, S., Puspadi K., dan Mardian I. 2009. Paket Teknologi Produksi Benih Kedelai. NTB. BPPP Agro Inovasi.
- Russell, G. B. and Lane, G. A. 1993. Insect antifeedants-a New Zealand Perspective. In: Proceedings 46th N.Z. **Journal of Plant Protection Conference**, 179-186.
- Sa'diyah, N. A., Purwani, K.I, dan Wijayanti, L. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). **Jurnal Sains dan Seni POMITS** Vol. 2, No.2, (2013) 2337-3520.
- Samsudin, 2008. **Virus Patogen Serangga : Bio – Insektisida Ramah Lingkungan**, <http://www.pertaniansehat.or.id>. diakses tanggal 20 Mei 2015
- Sastrodihardjo. 1984. **Pengantar Entomologi Terapan**. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Shinta, A., Y, Wigiati., dan Sukowati, S., 2012. Efektifitas Larvasida Altosid 1,3G Terhadap *Aedes aegypti* di Laboratorium. **Bul. Penelit. Kesehat.** Vol. 39, No.3, 2011:110-118.
- Sudarmono S. 2005. **Pestisida Nabati. Pembuatan dan Pemanfaatannya**. Penerbit Kanisius.
- Susetyo, T. 2008. **Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Ramah Lingkungan**, Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Jakarta, 83 halaman.

- Utami, S. 2010. Aktivitas Insektisida Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) Terhadap Hama *Eurema sp.* pada Skala Laboratorium. **Jurnal Penelitian Hutan Tanaman** 7:211-220.
- Wardani, R. S. 2010. Pengaruh Konsentrasi Daun Tembelean (*Lantana camara*) terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. **Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia** Vol.6 No.2.
- Widodo, W. 2005. Tanaman Beracun pada Kehidupan Ternak. Malang : UMM Press.
- Wigglesworth, V.B. 1974. Insect Physiology. **Chapman and Hall. London.**
- Yunita, E.A., Suprpti, N.H., dan Hidayat, J.S.. 2009. Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. **Jurnal Bioma** Vol 11 no 1 : 11-17.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bojonegoro pada tanggal 26 April 1991, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis berasal dari sekolah SMAN 1 Sugihwaras, pada tahun 2010 penulis lulus ujian tulis di ITS melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) program studi Biologi FMIPA ITS.

Selama kuliah di ITS penulis aktif di berbagai kegiatan organisasi, diantaranya bergabung dalam staff Kementerian Riset dan Teknologi BEM ITS, Kepala Departemen Sains dan Teknologi BEM FMIPA ITS, Koordinator Trainer Keilmiah ITS, Forum Indonesia Muda dan Nusantara Young Leaders Asia Tenggara. Penulis juga aktif di berbagai kegiatan konferensi Nasional dan Internasional, diantaranya Indonesia Entrepreneur Camp, Parahyangan Green Challenge, Future Leader Summit, International Petro Gas Days, dan Youth Educators Regional Training.

Penulis memiliki prestasi di bidang keilmiah diantaranya Juara 1 PKMGT FMIPA ITS, Juara 1 PKMGT.COM ITS, Juara 2 Bogor Organic Fair 3, PKM di danai DIKTI setiap tahunnya dan juga menjadi finalis di berbagai kompetisi keilmiah tingkat Nasional. Selain itu, penulis juga aktif di kegiatan Seminar, Pelatihan dan Kepanitiaan yang dapat menunjang pengembangan diri.